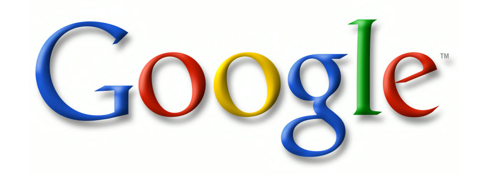
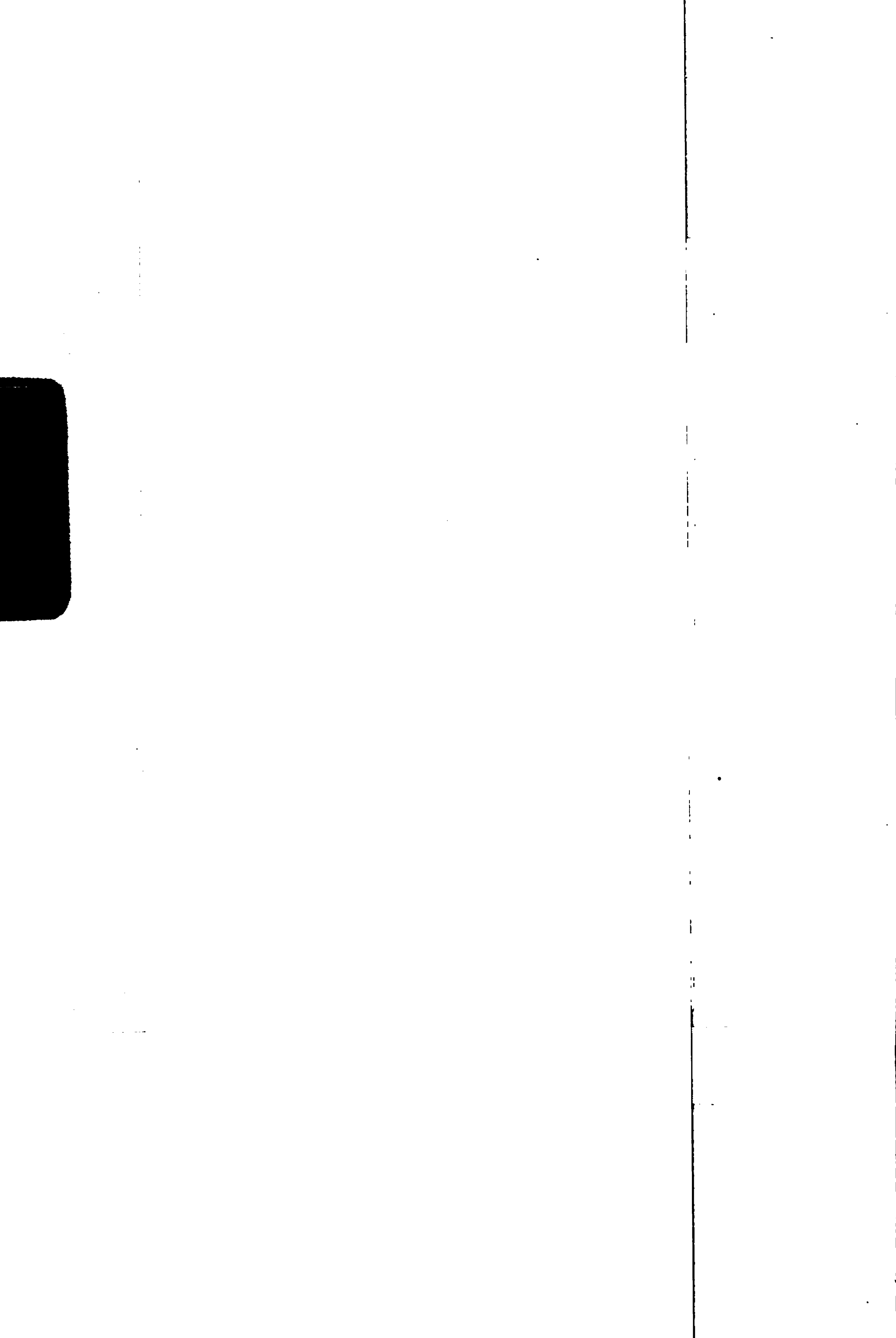
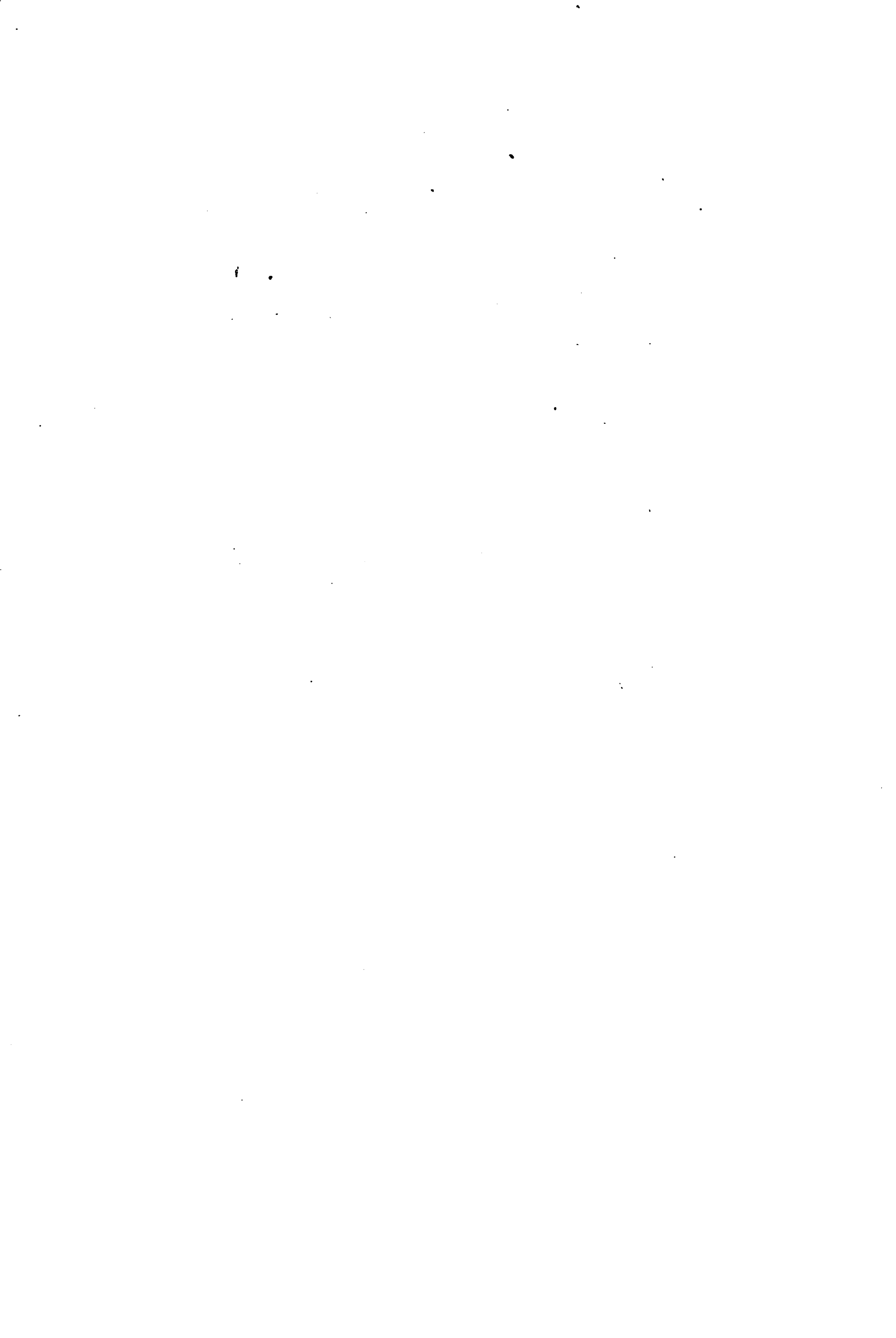


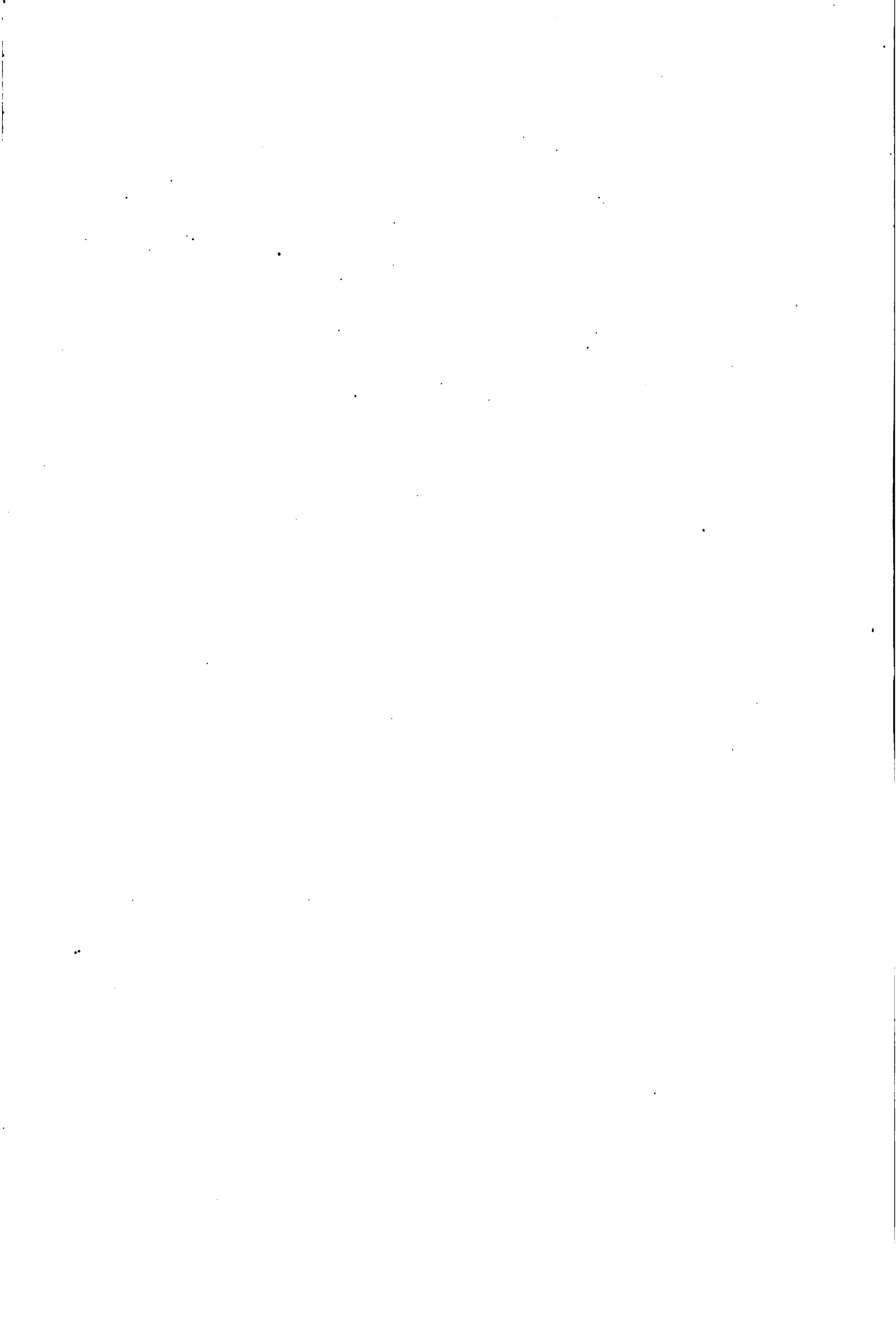

Eng
5508.97




HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY







Wann werden wir fliegen?

Eine Studie an der Hand von Autoritäten und Naturgesetzen

von

H. Weiße,
Major z. D. im Ingenieur-Corps.



Preis 50 Pfg.

Selbst-Verlag.
Kiel 1897.

Druck der „Kieler Neuesten Nachrichten".

Der Reinertrag ist zum Besten einer deutsch-aëronautischen Versuchs-Station bestimmt.

In der Hochfluth unserer Litteratur über „Luftschiff = Fahrt" bildet ein Aufsatz des Kaiserlichen Hofrath, Professor Dr. L. Boltzmann-Wien für die 66. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wien vom 24.—28. September 1894, eine wahre Perle wissenschaftlicher Leistung; gleich ausgezeichnet durch Klarheit, Sachlichkeit und Kürze, wie durch Milde des Urteils über verfehlte Mühen, gepaart mit Unparteilichkeit und Bestimmtheit, verdient dieser Aufsatz die Aufmerksamkeit nicht nur wissenschaftlicher Fachkreise, sondern der ganzen gebildeten Welt.

Es mag mir vergönnt sein, zur Verbreitung der Kenntniß dieser gediegenen Arbeit eines unserer ersten Physiker beizutragen und an die sehr werthvollen Resultate dieses ernsten Forschers einige Betrachtungen anzuknüpfen, die keinen anderen Anspruch erheben können, als den Wunsch: sie möchten Anregung geben zu weiterem Nachdenken, weiterem Streben.

Professor L. Boltzmann sagt S. 89 des 1. Theils der oben genannten Verhandlungen — Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel 1894 — wörtlich Folgendes:

> „Bei Gelegenheit der Publikation seines berühmten Satzes über Kreistheilung schildert Gauß nicht ohne Stolz, wie sich an diesem Probleme wohl schon Hunderte von Mathematikern seit den Zeiten der Griechen vergeblich versucht hätten, bis es schließlich wohl für unlösbar gehalten wurde. Gleiches gilt in noch höherem Maaße vom Probleme des lenkbaren Luftschiffes. Unter einem solchen verstehe ich jede Vorrichtung, mittels welcher ein oder mehrere Menschen im Stande sind, sich in willkürlicher Richtung eine längere Strecke hindurch frei durch die Luft zu bewegen."

Mit dieser Auffassung muß man um so einverstandener sein, als es, — für Verkehrs-Verhältnisse wenigstens, — nicht darauf ankommen kann, in schwindelnden Höhen dem dort herrschenden Windstrich macht- und willenlos preisgegeben zu sein, sondern darauf kommt es an, ganz unabhängig von der herrschenden Windrichtung dahin zu gelangen, wohin unser Wille bestimmt. Nicht der Mensch soll sich dem Element

überlassen, das Element soll dem Menschen dienstbar sein. Auch der Vogel kümmert sich nicht um die Zustände der Atmosphäre: er fliegt kraft seiner angeborenen Fähigkeit, wenn es ihm beliebt und dahin, wohin er will, ob es windstill ist oder ob es stürmt, ob der Wind rechts, links, von vorn, von hinten, von oben oder von unten kommt. Die Flugkraft des Vogels hängt von keinerlei Zufälligkeiten ab, sie ist unter allen Umständen vorhanden, so lange der Vogel lebt. So gestaltet, muß auch der Flug-Apparat für Menschen sein; jede einschränkende Bedingung vermindert den Werth eines solchen Apparates, drückt ihn herunter in seiner idealen Bedeutung.

L. Boltzmann: „Die Anzahl der verfehlten Projekte auf diesem Gebiete ist Legion. Aber es haben sich, von dem sagenhaften Dädalos und von Leonardo da Vinci angefangen, zu allen Zeiten auch die hervorragendsten Geister damit befaßt. In der That giebt es auch kaum ein Problem, welches für den Menschen in gleicher Weise verlockend wäre. Jedermann kennt den Formenreichthum der Vogel- und Insektenwelt, der von den Zoologen aus der großen Ueberlegenheit und Verbreitungsfähigkeit erklärt wird, welche diesen Thierklassen durch das hochentwickelte Flugvermögen zukommt. Der Mensch nun, dessen Eisenbahn das schnellste Rennpferd überflügelt, dessen Schiffe auf und im Wasser trotz ihrer Riesengröße an Lenkbarkeit und Beweglichkeit der Schwimmkunst des Fisches spotten, sollte niemals dem Vogel in der Luft zu folgen vermögen?"

Auch gegen diese Darlegung ist wohl keine Einwendung zu machen. Aufgabe der Menschheit ist es, sich die ganze Schöpfung dienstbar zu machen und es ist bereits viel erreicht worden. Wir überfahren die Berge der Alpenwelt oder durchbohren sie, nicht Sümpfe und Moräste hemmen länger unsern Fuß, wenn ein Interesse deren Ueberschreitung fordert, Flüsse und Meeresarme werden mit Brücken überspannt oder mit Tunnels unterfahren, wir durchwühlen das Innere der Erde, so weit dasselbe überhaupt im Bereich menschlicher Möglichkeit und unseres Verlangens liegt, kurz: wir sind Herren auf und unter der Erde, auf und im Wasser, und Erde und Wasser müssen uns dahin tragen, wohin wir wollen, nur unserer Atmosphäre können wir den luftigen Nacken nicht beugen, diese spröde Maid spottet unserer, wenn es über Dienste an der Mühle, Wasserhebewerken und am Segel hinausgehen soll. Alle Fluggeschöpfe, insonderheit die Vogelwelt, gaukeln uns täglich den Zauber des mühelosen Dahinschwebens vor im Lichte der Sonne, nach der wir alle streben. Ich widerstehe hier der Versuchung, die sehnsuchtsvollen Ergüsse unserer Dichter-Fürsten wiederzugeben. Dichter sind Propheten! Möchten ihre Weissagungen nunmehr erfüllet werden.

L. Boltzmann: „Es ist kaum zu zweifeln, daß das lenkbare Luftschiff einen Aufschwung in den Verkehr bringen würde, dem gegenüber der durch Eisenbahn und Dampfschiff be-

wirkte kaum in Betracht käme. Unser heutiges Heer würde den eisernen, unangreifbar dahinsausenden, Dynamit in die Tiefe schleudernden Flugmaschinen nicht anders gegenüber stehen, als ein Römerheer den Hinterladern. Das Zollwesen müßte entweder ungeahnte Verbesserungen erfahren oder ganz aufhören."

Daß nach Einführung von Flug-Apparaten, die für den Verkehr von praktischem Nutzen geworden sind, ungeheure Umwälzungen in den Verhältnissen der menschlichen Gesellschaft sich vollziehen werden, ist unzweifelhaft. An die Wehr-Verfassung knüpfen sich für uns Deutsche die ersten Betrachtungen, ganz natürlich, weil wir in der Mitte stehen und das Angriffs-Objekt von zwei Seiten her bilden. Wer die Luftwege zuerst und ausschließlich benutzen kann, ist Herr der Lage, da man über die feindlichen Armeen hinweg die rückwärts gelegenen Hülfsquellen derselben vernichten und des Feindes Land verwüsten kann; auch strategisch und unmittelbar taktisch kann die Mitwirkung kriegerisch ausgerüsteter Flug-Apparate von ganz entscheidender Bedeutung werden. Befinden sich aber beide kämpfende Theile im Besitz dieses neuen Kampfmittels zur Vernichtung von Hülfsmitteln des Gegners — und diesen Fall muß man annehmen —, dann wird der Krieg Formen annehmen, zu grauenvoll, als daß die Civilisation nicht Verwahrung einlegen wird, gegen diese unmenschliche Art und Weise sein vermeintliches Recht oder auch nur seine Interessen durchzusetzen, und so vermag die lenkbare Luftschiff-Fahrt zum Ritter Georg zu werden, der den Drachen des Völkerkrieges für immer besiegt. Die Luftschiff-Fahrt wird der Kriegsschlange den Kopf zertreten. Wohlan, ihr Friedens-Apostel! hier ist der Hebel, wo ihr erfolgreich ansetzen könnt; hier können eure Mittel wirksam werden, hier setzt eure Kräfte an, um Hülfe zu bringen. Wer kann die Veränderungen in politischer merkantiler und sozialer Beziehung auch nur annähernd umrahmen, um ein übersichtliches Bild aller neuen Verhältnisse zu geben? Welthandel und Welt-Industrie auf der ganzen Erde, das Fallen jeder Zollschranke scheint fast ebenso gewiß, wie die Zugänglichkeit aller Ländergebiete, die bis jetzt noch keines Europäers Fuß beschritt und die noch recht bedeutend sind in den außereuropäischen Welttheilen und vielleicht ungeahnte Schätze bergen.

L. Boltzmann, S. 90: „... wie vor Gauß die Lösung des Problems der Kreistheilung, so mißlang auch bisher die Herstellung des lenkbaren Luftschiffes, so daß das Problem in bedenklicher Weise in Mißkredit kam, ja große Theoretiker sich sogar zur Ansicht hinneigten, seine Lösung sei unmöglich. Erst in neuester Zeit ist wieder eine Wendung eingetreten. Die Unrichtigkeit der alten Formeln wurde klar erwiesen, und ich glaube, Ihnen den Beweis liefern zu können, daß die Lösung des Problems nicht nur möglich ist, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach schon in kurzer Zeit gelingen wird."

Wenn ein so bedeutender und ernster Naturforscher in dieser Weise das Wort ergreift, so gebietet schon die einfachste Klugheit des Bescheidenseins, diesem Worte mit Achtung und Aufmerksamkeit zu folgen, um so mehr, als neben der autoritativen Intelligenz auch noch ein gemüthvoller Charakterzug hinzutritt, wie er sich nicht schöner ausdrücken kann, als in den Worten:

„Von mir als einem Theoretiker würden Sie wohl einen langen, auf komplizirte Formeln gegründeten Beweis erwarten; allein ich kann da nichts thun, als die Ohnmacht der theoretischen Mechanik den komplizirten Luftwirbeln gegenüber eingesten."

Dieses Eingeständniß ist wohl ganz dazu angethan, uns diesen wissenschaftlich bedeutenden, hochbegabten Mann auch menschlich näher zu bringen und ihm ein Vertrauen entgegenzubringen, welches mit der Größe seines Geistes wetteifert. Der wirkliche, erleuchtete Jünger der Wissenschaft besitzt zumeist eine herzgewinnende Bescheidenheit, weil er sich der Grenzen seines Erkennens bewußt bleibt, und er kennt nicht den dünkelhaften Stolz der Gelehrten-Kaste, weil er weiß, daß die Wissenschaft in sich selbst die selbstständige Kraft besitzt, begangene Irrthümer zu erkennen und durch neue Forschungen zu ersetzen.

Indem ich die vorzugsweise geschichtlichen Partien übergehe, die den Luftballon betreffen, hebe ich nur einen bemerkenswerthen Satz hervor:

„In der That muß ein Ballon, um einen Menschen in die Luft zu heben, rund das tausendfache Volumen besitzen; um die spezifisch schweren Maschinentheile zu tragen, ein noch weit größeres. Die Anwendung so kolossaler Körper aber steht in direktem Gegensatze zur Haupteigenschaft, die das Luftschiff charakterisiren soll, zur leichten Beweglichkeit. Unter Anwendung eines Ballons ist eine rasche Fortbewegung ausgeschlossen." (Hier kommen nun die anderen Verdienste des Ballons.)

Seite 91 heißt es nun weiter: „Daß die beim Luftschiffe schon zur Ueberwindung des Windes unentbehrliche rasche Bewegung zum Tragen einer Last ausgenützt werden kann, sehen wir an den Raubvögeln, welche, nach Erlangung großer Geschwindigkeit, fast ohne Flügelschlag in der Luft fortschweben. Wir gelangen so zu Flugmaschinen, welche nicht den Auftrieb eines Gases, das specifisch leichter als Luft ist, sondern bloß die lebende Kraft eines Mechanismus zum Tragen der Last in der Luft benutzen Dieseben heißen dynamische Flugmaschinen."

„Sie zerfallen in zwei Hauptclassen. Bei der einen wird die bewegende Kraft vorzüglich zur Hebung benützt; als solche dienen meist ein oder zwei Luftschrauben, welche sich in der Luft gerade so vertical aufwärts fortschrauben, wie die Schraube eines Schraubendampfers horizontal im Wasser. . ."

„Bei der zweiten Gattung der dynamischen Flugmaschinen, den Drachenfliegern oder Aeroplanen, dagegen wird die bewegende

Kraft hauptsächlich zur horizontalen Fortbewegung benutzt, die Hebung geschieht nach dem von Wellner und Lilienthal am genauesten messend verfolgten Principe, daß eine schwach geneigte und schwach gewölbte Fläche bei rascher Bewegung durch den Luftwiderstand außerordentlich stark gehoben wird. Wir wollen es das Princip der schiefen Ebene nennen. Auch dieses Princip kann an einem bekannten Kinderspielzeuge, dem Papierdrachen, erläutert werden. Derselbe stellt eine große, schwach gewölbte und durch den angehängten Schwanz schwach geneigte Fläche dar. Wird er an einem Faden rasch durch die Luft fortgezogen, so steigt er zu bedeutender Höhe empor. Dasselbe Prinzip findet auch beim Fluge besonders der großen Vögel Anwendung, wenn sie, wie schon bemerkt, nach erlangter bedeutender Geschwindigkeit ohne Flügelschlag frei in der Luft schweben, was man den Segelflug nennt.

Die nöthige horizontale Geschwindigkeit kann der Aeroplane entweder durch eine Art Flügelschlag ertheilt werden, in welchem Falle sie ganz einem Vogel gleicht, oder durch die uns schon bekannten Luftschrauben, welche sich aber jetzt nicht nach aufwärts, sondern in horizontaler Richtung fortschrauben." (Modell von Kress.)

Hierzu sei mir die Bemerkung gestattet, daß in dieser nachfolgenden Abhandlung nur diejenige Gattung dynamischer Flugmaschinen behandelt werden soll, bei denen die horizontale Fortbewegung die Hauptsache ist, denn jetzt kommt es zu allererst darauf an, zu fliegen, nicht in ungemessenen Höhen zum Himmel, sondern durch Fernen über unserem Erdboden. Uns direct vom Erdboden zu erheben, — dieses ist das Schwerste am Problem, — werden wir unseren Söhnen überlassen; vor der Hand genügt es von geringen Erhebungen abzufliegen. Mit Flügelschlägen werden wir zunächst auch Nichts erreichen! Jede Vertical-Arbeit bleibt fürs Erste verlorene Liebesmüh', auch Maschinen nützen uns Nichts. Der Flügelschlag, der beim Organismus des lebenden Fluggeschöpfes seine bemerkenswerthe Bedeutung hat, ist bei der mechanischen Konstruktion der Flug-Apparate aus todtem Material von höchst zweifelhaftem Werthe, wenn nicht gar direct schädlich, nur eine höher entwickelte Technik, die wir z. Zt. noch nicht zu übersehen vermögen, kann hier Wandlung schaffen, jetzt müssen wir uns lediglich an das Erreichbare halten. Indem über den Flügelschlag zum Schluß das Weitere erörtert wird, müssen wir jetzt wieder hören, was L. Boltzmann sagt. Nachdem des Maxime'schen Flugversuchs gedacht ist, durch welchen bewiesen wurde, „daß man durch einen dynamischen Flug-Apparat in der That große Lasten frei in die Luft zu erheben vermag," aber auch dessen Gefahren klar dargelegt sind, spricht L. Boltzmann auf S. 93 wie folgt:

„Jede Erfindung hat ihre Vorarbeiter und ihre nachherigen Verbesserer; aber doch muß meist ein Mann als der eigentliche

Erfinder bezeichnet werden. Wer nun wird der eigentliche Erfinder des lenkbaren Luftschiffes sein? Maxim ist es heute noch nicht. Nur derjenige wird es sein, der in der That in willkürlich gewählter Richtung, so lange ein größerer Kraftwerth reicht (etwa eine Stunde lang), mit und gegen den Wind in der Luft zu fliegen vermag.

Diese Erfindung ist noch nicht gemacht; noch wäre es Zeit, daß wir den Engländern den Rang ablaufen. Freilich, durch Großartigkeit der Mittel können wir es nicht; Maxim's Maschine soll über 300 000 Gulden (= 600 000 Mk.) gekostet haben. Aber wie so manches hat der Deutsche schon mit kleinen Mitteln durch Feinheit seiner Ideen geleistet! . . . ."

Die Wahrheit des Gesagten bedarf keines Beweises; wohl aber mag es nützlich sein, sich an einigen Beispielen diejenigen Thatsachen zu vergegenwärtigen, welche diese Erkenntniß bewirkten. Die Waffen-Technik, die mit dem Bogen mit Pfeil und der Schleuder als Fernwaffen begann, deren Wirkung nach Schritten gezählt werden konnte, bietet uns heute Feuerwaffen mit meilenweiter Schleuderkraft und an Stelle der alten Donnerbüchse, die nur aller 5 Minuten einen zweifelhaften Schuß abgeben konnte, sind Magazin-Gewehre getreten mit tödtlicher Treffsicherheit auch dahin, wohin mehr das geistige, wie das unbewaffnete, leibliche Auge dringen kann. Die ausgehöhlten Baumstämme als Wasserfahrzeuge haben jetzt Platz gemacht den schwimmenden Palästen der Lloyds und den schwimmenden Festungen oder Kriegsschiffen großer Nationen. Der Ochsenkarren muß dem Dampfroß weichen, überall da, wo der Culturmensch hinkommt nnd sich dauernd niederläßt. Wie weit sind wir gelangt von der einfachen Contour des Handgriffels bis zur Augenblicks-Photographie, mit der wir die Blitzesschnelle des elektrischen Funkens, wie die Bahnen der Sternenwelt fesseln. Wir haben nicht nur die magischen Ströme der Elektrizität und des Magnetismus in unseren Dienst gestellt, um unsere Worte den entlegendsten Punkten der Erde zukommen zu lassen, wir vermögen jetzt sogar jeden Tonfall unserer Stimme fest zu machen und für alle Zukunft zu erhalten und wir sollten unsere kindischen Rutschbahnen und Schaukelräder nicht zu wirklich unabhängigen Flug-Apparaten vervollkommen können? Das hieße unsere Technik gewaltig unterschätzen! Sie läßt jetzt keine Frage ungelöst, die innerhalb gültiger Naturgesetze gestellt werden mag, viele Dinge, die unsere Alten als Märchen behandelten, sind uns jetzt zu Alltags-Erscheinungen geworden. Aber so freudig die gewonnenen Resultate an sich sind, so betrübend, zum Theil sogar beschämend, ist der Gang ihrer Entwickelung! Für die meisten Erfinder und Entdecker paßt leider auch heute noch das Wort, welches s. Zt. auf Kepler gereimt wurde und dem Sinne nach so lautet:

So hoch wie Kepler stieg, ist Keiner noch gestiegen,
Doch litt er auf der Erde unten bitt're Noth.

Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
D'rum ließen ihn die Leiber ohne Brot!

Das wahrhaft tragische Geschick, daß immer das, was die Masse der Alltagsmenschen für neu hält und das, was wirklich richtig und wahr ist, dem Mißverständniß am meisten ausgesetzt ist, die bittersten Anfeindungen erfahren und den heftigsten Widerspruch dulden muß, gilt leider! heute noch in fast ungeminderten Grade. Leichtfertige Unwahrheit und Lüge finden in der Welt fast überall noch offene Arme, während ernste Wahrheit erst nach heißem, beharrlichem Kampfe sich Anerkennung und Berechtigung zu erringen vermag, zumeist erst dann, wenn ihre Träger längst die Erde deckt. „Vorurtheile sind eben Hügel, zu denen das klare Wasser verständiger Prüfung nicht hinaufläuft." — Es darf hier wahrlich allen Ernstes gefragt werden, ob es nicht an der Zeit ist, daß staatliche Prüfungs-Aemter organisirt werden, um vorurtheilsfrei dem Elend ernster Forscher ein Ende zu machen und gleichzeitig dem unbescheidenen Drängen unfertiger Erfindungsjäger und Patenthascher einen Riegel vorzuschieben!? Der Schwarm der Letzteren vermag erfahrungsmäßig nur zu leicht einzelne Ressort-Minister und Vorsteher wissenschaftlicher Staats-Institute zu Unwillen und endlicher ablehnender Haltung zu reizen und wenn dann das Kind mit dem Bade ausgeschüttet wird, ist das nicht mehr, wie menschlich! — Eine Körperschaft, die überwiegend aus Ingenieur-Professoren, Techniker, Mechaniker, Physiker u. s. w. bestehen müßte und bei welcher die Regierung oder Reichsbehörden stets das Recht hätten durch geeignete Persönlichkeiten ihr Ohr offen zu halten, würden gleichzeitig mit Mitteln ausgerüstet werden, die bestimmt sind, unrechtmäßige, kapitalistische Ausbeutung durch Einzelne zu verhindern, der Gesammtheit alle Vortheile zu erhalten und dafür zu sorgen, daß Erfinder und deren Förderer nicht mehr am Hungertuche nagen.

Nach dieser Abschweifung zurück zu L. Boltzmann. Derselbe schreibt S. 94 u. w.

„Ein Experiment, welches ich als den dritten Schritt zur Erfindung des lenkbaren Luftschiffes bezeichnen möchte, ist einem Deutschen, Herrn Otto Lilienthal, Ingenieur in Berlin, gelungen. Die Schifffahrt auf dem Wasser begann nicht beim Ozeandampfer, sondern beim ausgehölten Baumstamm als Kahn. Ebenso begann Herr Lilienthal mit einem möglichst kleinen Flugapparate. Er bewaffnete seine Arme mit zwei zunächst fest verbundenen Flügeln von 15 qm Fläche, die im wesentlichen denen des Vogels nachgeahmt sind. Selbe stellen eine Aeroplane dar, die bei genügender Geschwindigkeit einen Menschen zu tragen vermag. Behufs Erlangung dieser Geschwindigkeit verzichtete Herr Lilienthal auf jeden Motor; er lief einfach ein Strecke gegen den Wind und sprang dann, sich auf seine Flügel stützend, in die Luft. Natürlich konnte er, da er keine Kraftquelle besaß,

nicht beliebig weit und auch nur in höchst beschränktem Maaße aufwärts fliegen; aber indem er anfangs ganz kurze, später längere Sprünge machte, sich immer möglichst nahe der Erde haltend, gelang es ihm endlich auf dem Rhinower-Berge durch eine Strecke von 250 m über einen sanft geneigten Abhang immer ziemlich nahe dem Boden dahinzuschweben. Er überzeugte sich da von der großen Gefahr, von einem Windstoß überschlagen oder schief gerichtet zu werden, aber auch von der Möglichkeit, sich durch jahrelange Uebung volle Sicherheit im Steuern zu erwerben, was er durch Neigen des Körpers und Bewegen der Füße unter Mitwirkung eines dem Vogelschwanze nachgeahmten, allerdings fixen Steuers bewirkt. Lilienthal hat die Absicht, nur einen ganz kleinen Motor mit sich zu tragen; indem er die Kraft desselben steigert, hofft er die Größe der Flügel und die erlangte Geschicklichkeit im Steuern allmälig den neuen Verhältnissen anpassen zu können, bis die durch den Motor erzielte horizontale Fortbewegung ausreicht, den Fliegenden dauernd über dem Erdboden zu halten. Freilich hätte dieser Flugapparat zunächst noch wenig praktische Bedeutung. Großartige Verbesserungen, die Ausführung in weit größeren Dimensionen wären nothwendig, bis sich die Eingangs geschilderten wirthschaftlichen und sozialen Consequenzen ergeben. Allein das Problem wäre doch theoretisch gelöst, ein zum Ziele führender Weg gefunden, die eigentliche Erfindung des lenkbaren Luftschiffes vollzogen. Diese theoretische Entdeckung des richtigen Weges geht meist der Vervollkommnung zum praktischen Gebrauche voran. . . ."

Herr Lilienthal ist unterdeß ein Opfer seiner Mühen geworden. Die sachlichen Erörterungen darüber, ob Herrn Lilienthals Voraussetzungen über die Wirkung des Windes wissenschaftlich begründet oder irrthümlich waren, wie Verfasser dieses Schriftchens meint, und am Schlusse nachzuweisen versuchen wird, hier an dieser Stelle geziemt es uns zu bestätigen, daß sein Tod uns Ueberlebenden einen Gewinn gebracht hat, denn er hat als Erster gezeigt, daß die Luft Menschen auf Flügeln trägt. Er wird in Fachkreisen unvergessen bleiben und in dem Schreine jedes richtig fühlenden und dankbaren Herzens wird es unverlöschlich stehen: „Ehre seinem Andenken, Friede seiner Asche!" —

L. Boltzmann's Bedenken bezüglich Lilienthal'scher Flügel-Constructionen und -Wirkungen lauten auf S. 95/96 wörtlich so:

„Nach Lilienthal muß die ganze Aeroplane in zwei Hälften getheilt werden, welche sich wie Vogelflügel beim Flügelschlage bewegen. Dadurch wird allerdings das Gleiten (der sogen. slip) der Schrauben und auch der Kraftverlust durch Erzeugung von Luftwirbeln vermieden, und Lilienthal glaubt deshalb an die Luft weniger Arbeit zu verlieren. Allein ich bezweifle selbst dies, da beim Flügelschlage immer viel von der

beim Senken geleisteten Arbeit beim Heben wieder verloren geht; während bei der Luftschraube wieder das so nutzbringende Prinzip der schiefen Ebene bestens angewandt werden kann. In der That arbeiten die Luftschrauben Maxim's mit sehr geringem Slip. Dagegen beeinträchtigt die Theilung der Aeroplane in zwei Flügel sehr die Festigkeit und Einfachheit derselben, der Flügelschlag ist nicht ohne erhebliche Complication und bedeutende Reibung des Mechanismus erzielbar und wirkt weder so continuirlich, noch so scharf regulirbar wie die Luftschraube. Auch ist die Vorherberechnung des Effektes des Flügelschlages weit schwieriger.

Es erscheint daher die durch Luftschrauben fortbewegte Aeroplane der theoretisch aussichtsvollste Mechanismus und der einzige, welcher sich in kleinen Modellen, sowie in größerer Ausführung bereits thatsächlich in die Luft erhoben hat."

Die Bedenken Boltzmann's sind so gewichtig, daß sie wohl mit großer Aufmerksamkeit behandelt werden müssen und sie sollen die Grundlage von Erörterungen auch da bilden, wo die Prüfung dieses trefflichen Beobachters und Denkers aufgegeben wird, um in eigener Weise die Spur Lilienthal'scher Vorstellungen zu verfolgen, wobei sich hoffentlich weniger ein Widerspruch, als eine Ergänzung des verehrten großen Physikers herausstellt. Zuvor aber muß noch L. Boltzmann's wahrhaft klassisches Schlußwort auf S. 96 hier eine unverkürzte Stelle finden:

„Es ist unglaublich, wie einfach und natürlich jedes Resultat scheint, wenn es einmal gefunden ist, und wie schwierig, so lange der Weg unbekannt ist, der dazu führt. So wird auch die Lenkung der Aeroplane einst von Handwerkern mit Leichtigkeit vollzogen werden; nur von einem Genius ersten Ranges kann sie erfunden werden. Und dieser Erfinder muß nicht nur ein Genius sein, sondern auch ein Held; nicht mit leichter Mühe können dem neu zu bezwingenden Elemente seine Geheimnisse abgerungen werden. Nur wer den persönlichen Muth besitzt, sein Leben dem neuen Elemente anzuvertrauen, und die List, allmälig alle seine Tücken zu überwinden, hat Aussicht, den Drachen zu erlegen, der heute noch den Schatz dieser Erfindung der Menschheit entzieht. Der Erfinder des lenkbaren Luftschiffes muß hierin dem Muster aller großen Entdecker, Christoph Columbus, gleichen, der ebenso durch persönlichen Muth wie durch Scharfsinn allen Entdeckern der Zukunft das Beispiel gab. „Setzest Du nicht das Leben ein, nie wird Dir Großes gewonnen sein." Mag daher auch mancher, durch die zahllosen Wunder der Technik unseres Jahrhunderts nicht belehrt, über die Flugversuche spotten; wir wollen die Worte beherzigen, die der idealste Dichter dem größten Entdecker zurief:

Zieh hin, muthiger Segler, mag auch der Witz Dich verhöhnen,
Mag der Schiffer am Steuer senken die muthlose Hand,
Immer, immer nach West, dort muß die Küste sich zeigen,
Liegt sie doch schimmernd und liegt deutlich vor Deinem Verstand.
Mit dem Genius steht die Natur in ewigem Bunde.
Was der eine verspricht, leistet die andere gewiß.

Außer der Ueberlegung und Begeisterung ist nur noch eines nöthig, was auch Columbus am schwierigsten erlangte, Geld."

Wer in klarer Erkenntniß aller einschlägigen Interessen so schreiben kann, wie es dieser Autor gethan, der wird auch die weiteren Entwickelungen auf dem Gebiete der Flug-Technik unparteiisch prüfen und eventl. den Genius oder Handwerker der Aeroplane erkennen und anerkennen; dieses Vertrauen können wir sicher hegen, es ist durch seine klare, schöne Arbeit bereits verdient.

Bevor wir auf die neue Anschauung der Flugmechanik übergehen, müssen wir einen Blick auf die bis dahin geltenden Anschauungen werfen, weil wir sonst gar nicht die Bedeutung der neueren Ansichten verstehen würden.

Da seit Alters alle Flugversuche negative Resultate ergaben, hat sich die stereotype Ansicht herausgebildet, daß zum Fluge ganz außergewöhnliche Kräfte gehörten, und so schätzte Prof. Borelli 1688 die Flugkraft des Vogels 10 000 mal größer als die Schwerkraft des Thieres, Babinet, auf den 1874 noch Postmeister Dr. Stephan fußt, berechnete, daß der Mensch 25 mal so stark sein müsse als er ist, wenn er fliegen wolle. Ein anderer, viel citirter Fluggelehrte berechnete die Schwebekraft eines Adlers zu 7,7 Pferdestärken, und neuere Autoren, wie Professor Wellner und von Parseval rechnen immer noch 6 Pferdekräfte auf einen Flugapparat mit einer Person, und nicht weniger glaubt ein Hamburger Ingenieur jetzt noch nöthig zu haben, trotzdem er bereits längere Versuche hinter sich hat.

Kurz und gut, in Fachkreisen war, und ist man meist noch der Ansicht, daß nur eine *leichte*, *starke* Maschine das Flugproblem lösen werde, die eine große Vertikal-Arbeit leisten könne, um der Schwerkraft der Fluglast entgegenzuwirken.

Als nun Anfangs der 80er Jahre die Forschungen auf diesem Gebiete sich häuften, und die Kraftfrage noch jede Praxis zurückschreckte, da tauchten zwei Facharbeiten in der Zeitschrift für Luftschiffahrt auf, die zwar an und für sich verschieden, dennoch zu demselben Resultat gelangten, die eine war physiologisch-anatomisch-wissenschaftlich, die andere naturalistisch-mechanisch, und beide stimmten darin überein, daß zum Fluge nicht mehr Kraft gehöre, als zum Bewegen des Menschen auf der Erde. Die erste Arbeit ist die der Berechnung des Querschnitts der Flugmuskulatur von Professor Müllenhoff, und über die zweite, die den rein naturmechanischen Theil behandelt, soll in Nachfolgendem die Rede sein.

Wenn Lilienthal's Experimente den dritten Schritt bezeichnen, der in der Erfindung des lenkbaren Luftschiffes gemacht ist, so ist der vierte Schritt zweifelsohne ebenfalls von einem Deutschen gemacht worden, der bisher unverstanden geblieben ist, dessen Resultate und Naturstudien aber von russischen und deutschen Fachgelehrten, als eine Flugtheorie hingestellt wird, in welcher sämmtliche übrigen Flugtheorien aufgehen werden; es handelt sich um das „Flugprincip" von Karl Buttenstedt in Rüdersdorf bei Berlin. Die Flugtheorien von Lilienthal und Möller-Hauenfels sind jüngeren Datums. Wenn dieser Name auffallender Weise noch nicht in der Reihe der aller hervorragendsten Förderer der Flugfrage genannt wird, so sollen die Gründe dieser Erscheinung hier nicht erörtert werden; sie finden sich zum Theil in dem Vorwort zur 2. Auflage seines Werkes „Das Flug-Princip". (Selbstverlag in Rüdersdorf bei Berlin.)

Zunächst ist es das unzweifelhafte Verdienst Buttenstedt's, mit zäher Ausdauer, großer Liebe und unbestechlicher Objektivität das Wesen des Fluges aller geflügelten Geschöpfe so genau beobachtet zu haben, daß alle diese Beobachtungen zu der Zeit, als die photographischen Augenblicks-Bilder zuverlässige Resultate lieferten, durch die O. Anschütz'schen unübertrefflichen Moment-Aufnahmen die Buttenstedt'schen Beobachtungen einfach als völlig zutreffend bestätigt wurden. Eine weitere Steigerung nach Feststellung unbestreitbarer Thatsachen liegt in den logischen Folgerungen, die auf Grund der Beobachtungen, für die technische Ausführung von Flug-Apparaten zu Grunde gelegt sind und die jede sinnlose, unverständige Nachäffung eines lebenden Organismus ebenso ausschließen, wie die natürliche Wirkung des Mechanismus todter, starrer Materialien würdigen.

Es sind die einfachsten Grundgesetze der Natur, deren Kenntniß allen Schichten des Volkes gegenwärtig ist und deren Thatsächlichkeit stündlich von Jedem beobachtet werden können, die bei der Buttenstedtschen Flug-Theorie zur Anwendung kommen; neu ist nur deren Anwendung auf die Flug-Technik. Es handelt sich nur um die Anziehungskraft der Erde; d. i. die Schwere und das Fall- und Pendel-Gesetz, sowie um die mechanische Wirkung eines Windstriches gegen schräge Flächen aus elastischem Material. Nur in gedrängter Kürze kann hier wiedergegeben werden, was die Eigenartigkeit der Buttenstedtschen Sätze ausmacht.

1. Jeder Vogel hat, auch ohne Flügelschlag, eine ihm von der Natur mitgegebene mechanische Flugbewegung, zu der er keine direkte, vorwärtsbewegende Kraft aufzuwenden braucht. Der Vogel der im Medium der Luft seine Flügel ausgebreitet und das Gewicht seines Körpers zwischen denselben hängen hat, wird vorwärts getrieben, er muß diese Bewegung machen, selbst wenn er nicht wollte.

2. Dieser mechanische Flug wird bewirkt durch die elastische Spannkraft des Flügelmaterials. Die vorwärtstreibende Kraft liegt

in der Horizontalspannung der Flügelspitzen, in den Schwungfedern und deren segelartig schrägen Stellung.

Jede horizontale Luftbewegung, die gegen schräge Flächen drückt, bewirkt Bewegung: sie dreht die Flügel von Windmühlen, sie bläht Segel und treibt Schiffslasten über die Weltmeere.

Nun weht die Luft beim Vogelfluge zwar nicht von unten senkrecht nach oben (einzelne Spezialfälle ausgenommen!) aber die Flügelflächen des Vogels drücken mit dem Gesammtgewicht des fliegenden Thieres von oben vertical nach unten, dadurch werden die äussersten Schwungfedern über den durchschnittlich horizontal gestreckten Flügelarm hinauf gedrückt und da die festen Kiele der Schwungfedern nicht in der Mitte, sondern nach vorn, — nach dem Kopfe des Vogels zu — sitzen, so bildet die Federfahne gerade eine solche schräge Fläche gegen die unter ihr befindliche Luftsäule, wie der Windmühlenflügel gegen den horizontalen Wind, und da der Vogel keinen festen Halt hat, wie die Mühle, sondern im Luftmeer ohne festen Punkt schwimmt, wie ein Segelboot auf dem Wasser, so werden die Gesammt-Flügelflächen in ihrer geringen Schrägstellung und in höherem Maaße die Schwungfedern jeden Flügels in stärkerer Spannung und Schrägstellung energisch vorwärts getrieben, und je größer die Schwere des Vogels, je größer ist die Kraftäußerung zu dieser Vorwärtsbewegung.

Was wundern wir uns eigentlich über das vorwärts gleitende, mühelose Schweben des Vogels?! Hier geschieht kein grösseres Wunder, als das Vorwärtsgleiten des Schiffes, wenn der Wind in die Segel fährt und wenn der Windmüller mahlt, wenn der Wind geht! Die Ursache ist verschieden, aber nur bezüglich der Richtung! — Die Wirkung ist dieselbe: hier drückt die Luft gegen schräge Flächen und bewegt diese, — vorwärts oder rotirend — und dort, — in den Lüften — drückt die schräge Fläche gegen die Luft und daß dadurch die gleiche Wirkung — nämlich Bewegung — erzielt wird, kann uns jedes Kind sagen, welches mit seinen papiernen Lufträdern gegen die Luft rennt wenn kein Wind weht, und jeder Junge, der seinen Drachen an der Schnur laufend nach sich zieht wenn der Wind zu schwach zum Drachensteigen ist.

Es ist zwar sehr verwunderlich, daß große Flüsse immer gerade auch an großen Städten vorbeifließen, — aber gar nicht verwunderlich ist's, daß große Städte gerade an großen Flüssen liegen, — oder auch an Kunststraßen! Größer ist das Wunder des Schwebens schwerer Vögel im Ocean der Luft auch nicht.

3. Die ruhig gleitende Schwebe-Bewegung des Vogels wird in der Vorwärtsbewegung beschleunigt durch den Flügelschlag! Wenn der Vogel mit bewußter Willenskraft Flügelschläge nach unten ausführt, so verstärkt er dadurch den Vertical-Druck des Gefieders auf die untere Luftsäule, dadurch werden namentlich die Schwungfedern in schärfere Krümmung versetzt, als ohne Flügelschlag, und mit dem größeren Druck der Luft gegen die schrägen Federflächen muß sich

natürlich auch die Geschwindigkeit vergrößern, weil dieser Druck nicht vertical von unten nach oben wirkt, sondern annähernd unter einem fast rechten Winkel horizontal umgewandelt ist. Von einer verticalen Hebung des Vogels ist dabei nicht die Rede; sie geht wenigstens mit dem Anheben des Flügels zum nächsten Schlage wieder völlig verloren. Den Flügelschlag gebraucht der Vogel nicht ausschließlich zum Hochfliegen, er schlägt mit den Flügeln genau ebenso, wenn er horizontal vorwärts, oder zur Erde abwärts fliegt. Die Vorstellungen Lilienthal's von der Wirkung des Flügelschlags auf verticale Hebung sind naturgesetzlich irrig.

4. Das mechanische Prinzip des Flügels oder die elastische Material-Arbeit der Flugflächen, entspricht also nur den herrschenden Naturgesetzen, beweisen die Richtigkeit des Mayer-Helmholtz'schen Krafterhaltugsgesetzes und im gespannten Bogen mit aufgelegtem Pfeile haben wir eine anschauliche, analoge Erscheinung.

5. Die ausgebreiteten Flügel sind zur Erhaltung des Höhenniveaus und der gradaus gehenden Fortbewegung einfach unentbehrlich und das mechanische Prinzip des Fluges ruht ganz ausschließlich in den ausgestreckten Flügeln, in welchen alle und jede Unterbrechung die Tendenz vorherrscht, die innehabende Schnelligkeit des Flugkörpers noch zu erhöhen, aber dieser Erhöhung setzt der horizontale Luftdruck einen Damm entgegen; dieser Damm und die Schwebekraft bilden ein bewegliches Gegengewicht. Die Flügel wirken fortziehend auf den Körper, das ist das Wesen des Fluges und alle Flugmaschinen, die auf der Constructionsbasis beruhen, die Schwere des Flug-Apparates zuerst bewegen zu wollen, also die Bewegung vom Schwerpunkte auf die tragende Fläche, die Flugfläche, zu übertragen, sind grundsätzlich falsch, denn die Bewegung muß von den Flächen ausgehen, die die Last tragen. — Der bewegende Theil muß stets der Träger der Schwere sein. Der Flügel bricht die Fallkraft der Schwere und führt sie nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte in eine andere Form: in horizontalen Flug über. — Mit dem Nachweise des mechanischen Princips des Fluges erscheint die Lücke ausgefüllt, die bisher der Grund der Unlösbarkeit der Flugfrage war und es werden alle Diejenigen Recht haben, welche behaupten, daß dieses Jahrhandert nicht zur Rüste geht, ohne die Flugfrage gelöst zu sehen, sobald Mittel dazu da sind.

6. Die besten Flieger sind, auf der Erde ruhend, — also wenn ihre Schwere nicht wirksam ist, — am hilflosesten; trotzdem sie tüchtig mit den Flügeln schlagen (z. B. die schwarze Thurmschwalbe, Cypselus apus L.) und somit ist es klar, daß der Flügelschlag den Flug des liegenden Vogels nicht bewirken kann. Ueberall ist erkennbar, daß ein arbeitender Flügel ohne die Schwerkraftwirkung des Thieres für den Flug wirkungslos ist, während andererseits ein arbeitsloser Flügel dem Vogel in freier Luft: eine bedeutende Flugkraft ertheilt. Dem Flügel des, auf der Erde ruhenden Vogels fehlt die Schwerkraft-Spannung, die Flügelarbeit hat also keine Wirkung; der Flügel in freier Luft hat

aber Schwerkraft-Spannung auch ohne Flügelschlag und da wir die Schwebebewegung des Vogels ohne Flügelschlag als Thatsache vor unseren Augen sich vollziehen sehen, so kann die Flugkraft auch nur in der Spannung und der unsichtbaren Horizontalarbeit des Flugmaterials liegen.

Der Werth der Buttenstedt'schen Entdeckung besteht darin, daß wir ein Mittel haben, die Schwerkraft in Spannkraft und einen Theil dieser Kraftform in horizontale Flugkörper-Geschwindigkeit umzusetzen, so daß wir Lasten zwingen können, sich zum größten Theil selbst transportiren zu müssen, zu deren längerem Transport nur noch kleinere Hilfskräfte nöthig sind. Auf alle Fälle wird aber jeder Mensch im Stande sein, mit seinen eigenen Kräften, ohne jede andere Maschinenhilfe, einen Flug zu unternehmen, wie dies Vögel so oft und leicht ausführen. Die Rückwirkungen, welche die Erschließung des Luftweges auf das Völkerleben haben wird, bestimmen sich je nach der Stellung der einzelnen Nationen zu dieser Frage und wenn ein englischer National-Ökonom meinte: „Wer das Meer hat, hat die Welt", so sagen wir: „Wer im Luftmeer herrscht, herrscht in der Welt."

In dem Drucke, welchen Körper mittelst Flugflächen vertical auf die unteren Luftsäulen ausüben und der immer konstant bleibt, liegt eine gewaltig arbeitende elementare Transportkraft. Der Verkehrsweg durch die Luft wird der billigste, nicht nur deshalb sein, weil die Herstellung und Erhaltung von Kunststraßen wegfällt, sondern weil der Lufttransport zumeist von Naturkräften besorgt wird. Diese Naturkräfte sind: Schwerkraft, Verticalluftdruck nud die aus beiden Kräften resultirende elastische Material-Spannkraft. Während bei der Umsetzung von Naturkräften in z. B. elektrische Spannung, ein ziemlicher Prozentsatz von Kraft verloren geht, wird beim Zusammenwirken der vorgenannten Naturkräfte die volle Schwerkraft des Flugkörpers verlustlos in Spannkraft und direkte Flugkraft also in Schwebearbeit, umgesetzt, und dieses günstige Verhältniß sichert der dynamischen Luftschiff-Fahrt die Zukunft. Während die Gasballonschiffe stets in Abhängigkeit von Wind und Wetter im Kampfe mit den Naturkräften bleiben werden, setzen die Spannkräfte den Flügel in den Stand, seine Lasten gegen Wind und Wetter mit Hilfe der Naturkräfte nach jeder Richtung hinzutragen, er braucht auf keinen Wind und auf keine Richtung irgend einer horizontalen Luftbewegung zu warten, denn seine Stärke ruht im Verticaldruck auf unterstehende Luftsäulen, sowie im raschen Wechsel derselben und diese Stärke kann ihm kein horizontaler Sturm nehmen.

Möchten vorurtheilsfreie Männer das Interesse für die Luftschiff-Fahrt bei der Nation und deren Führern so beleben, daß auch die Gesammtheit oder der Staat endlich etwas praktisch Förderndes zur Lösung der Frage thut, denn in dieser Lösung könnte ein willkommener Canal gefunden werden, in welchem ein Theil der schädlichen Hoch-

fluth von Erregungen auf politischem und sozialen Gebiete abfluthet und andererseits neu pulsirendes Leben zu uns hereinströmt. — Diese Möglichkeit liegt meiner Ueberzeugung nach nicht weit entfernt, denn einfacher und logischer kann kaum bewiesen werden, als es hier geschehen ist, daß die Hauptflugarbeit von Naturkräften geleistet wird, und weil dies in der That so ist, darum beantworte ich die Frage: „wann werden wir fliegen?" mit den Worten: „Sobald genügende Geldmittel dazu vorhanden sind, denn das geistige Kapital dazu ist ausreichend vorhanden. James sagt aber: „Es ist ein erkältendes, lähmendes Gefühl, das alle Menschen, von Fürsten und Staatsmännern bis zu den niedrigsten Stufen herab, empfinden müßten, wenn sie große und wichtige Absichten vereitelt sähen, durch den Mangel an irdischen Mitteln."

Es fehlt nicht an Gelehrten, aber sie sind dünn gesäet, die die Tragweite des Buttenstedt'schen Prinzips anerkennen, so sagt Dr. med. Riedlin in Freiburg i. Br., daß Buttenstedt's Sache nur deshalb von den meisten Fachgelehrten nicht verstanden würde, weil sie zu einfach sei. Dr. med. Rieck in Schönberg erklärte die Spannungstheorie Buttenstedt's für ein Axiom, Dr. med. Georg Berthenson und Dr. med. Otterbein für das Grundgesetz der Naturmechanik, und Galilei sagt, daß die wunderbarsten Erscheinungen in der Natur durch die einfachsten Mittel zu Stande kommen, während Professor Staby hervorhebt, daß mit den schlichtesten Worten, oft die größesten Wahrheiten gesagt würden. Im Hinblick darauf, daß große Wahrheiten immer meist von Wenigen als solche erkannt werden, muß hervorgehoben werden, daß anfangs immer nur die geistvollsten Menschen eine neue Wahrheit erkennen.

Dr. med. Hartmann äußert: „Kleinliche Menschen sehen in einem großen Menschen nur die Persönlichkeit mit ihren Mängeln und Schwächen. Vom Genius erkennen sie deshalb nichts, weil sie selbst keinen besitzen, und nur Gleiches das Gleiche erkennen kann; wer selbst Geist hat, kann auch den Geist in anderen erkennen. Goethe sagt schon: „Ein Held kann nur von Helden verstanden werden, für Kammerdiener giebt es keine Helden.

Mit Rücksicht darauf, daß Buttenstedt Laie ist, und es sich doch hier um eine Klärung handelt, die auf dem Gebiete menschlichen Handels und Wandels von Bedeutung ist, werde ich an ein Wort Victor Lang's erinnert: „Die Geschichte lehrt uns, daß Gott sich zum Vollbringen der größesten Werke gewöhnlich geringer, der Welt unbekannter Menschen bedient, bei denen die Stelle des pergamentenen Doktor-Diploms schöpferische Genialität, eiserne Geduld und Ausdauer in der Arbeit, ganz gut vertreten. Solche Denker und Erfinder „von Gottes Gnaden" entdecken in den geringsten Thatsachen die herrlichsten Naturgesetze, wenden sie an in der Wissenschaft und Praktik, und bringen dadurch der Menschheit den Himmelssegen, und werden ihre Wohlthäter, ihre geistigen Führer."

Wir aber, die wir selbst kein Ganzes werden können, sollten uns als dienendes Glied einem Ganzen anschließen. Halte sich Keiner für zu gering oder entbehrlich, etwas Gutes hier zu fördern, denn kein Mensch, der mit Begeisterung etwas Bestimmtes, Großes, Allgemeines will, ist unbedeutend. Wenn auch an Talent, an Bildungsgrad, die Einzelnen verschieden sind: Jeder, der einer großen Sache dient, ist an seinem Platze nothwendig, unentbehrlich und somit bedeutend.

Angesichts der Thatsache, daß man in England zur Zeit mit dem Schnellschiff „Turbinia", das durch seine Dampf-Turbine in der Stunde 60 Kilometer zurücklegt, Triumpfe feiert, und es sich herausgestellt hat, daß diese Turbine die Erfindung eines Deutschen, des Ingenieurs Müller in Münster i. W. ist, der schon vor 20 Jahren das Patent darauf verfallen ließ, weil er in seinem Vaterlande, unserem lieben Deutschland, keine Unterstützung fand, will ich mit meinen schwachen Kräften darauf aufmerksam machen, daß auch in den Buttenstedt'schen Ergebnissen, deutsche Geistes-Resultate vorliegen, die im eigenen Vaterlande die denkbar ausgedehnteste Förderung verdienten, und ich es für beklagenswerth halte, wenn diese dann erst wieder vom Auslande als neu zu uns herüberkommen sollten. Viele deutschen Erfinder, die nicht dem Gelehrtenstande angehören, beklagen sich über die deutsche Presse, daß sich diese in der Regel erst dann der Sache annehmen, wenn's zu spät ist.

Ich eile zum Schluß mit den Worten M. M. von Weber's in seinem Werke: „Die Entlastung der Kulturarbeit durch den Dienst der physischen Kräfte":

„Die Oceandampfer, die Eisenbahnzüge, das sind die Weberschiffe, deren Hin- und Wiederschießen unablässig am lebendigen Kleide der von der Körperarbeit mehr und mehr befreiten Menschheit webt, und die Parallellinien der Eisenbahngeleise, der Telegraphendrähte, das sind die Notenlinien, auf welche die in der Technik verkörperten induktiven Wissenschaften bereits ihre Jubel-Ouvertüren der Zukunft geschrieben haben, und auf die sie dereinst, nach neuen Siegen im Kampfe für die Befreiung des Geistes vom Körpergewicht — durch die Luftschifffahrt — auch ihre Symphonia Eroïca schreiben werden." —

Kiel, im August 1897.

H. Weiße.

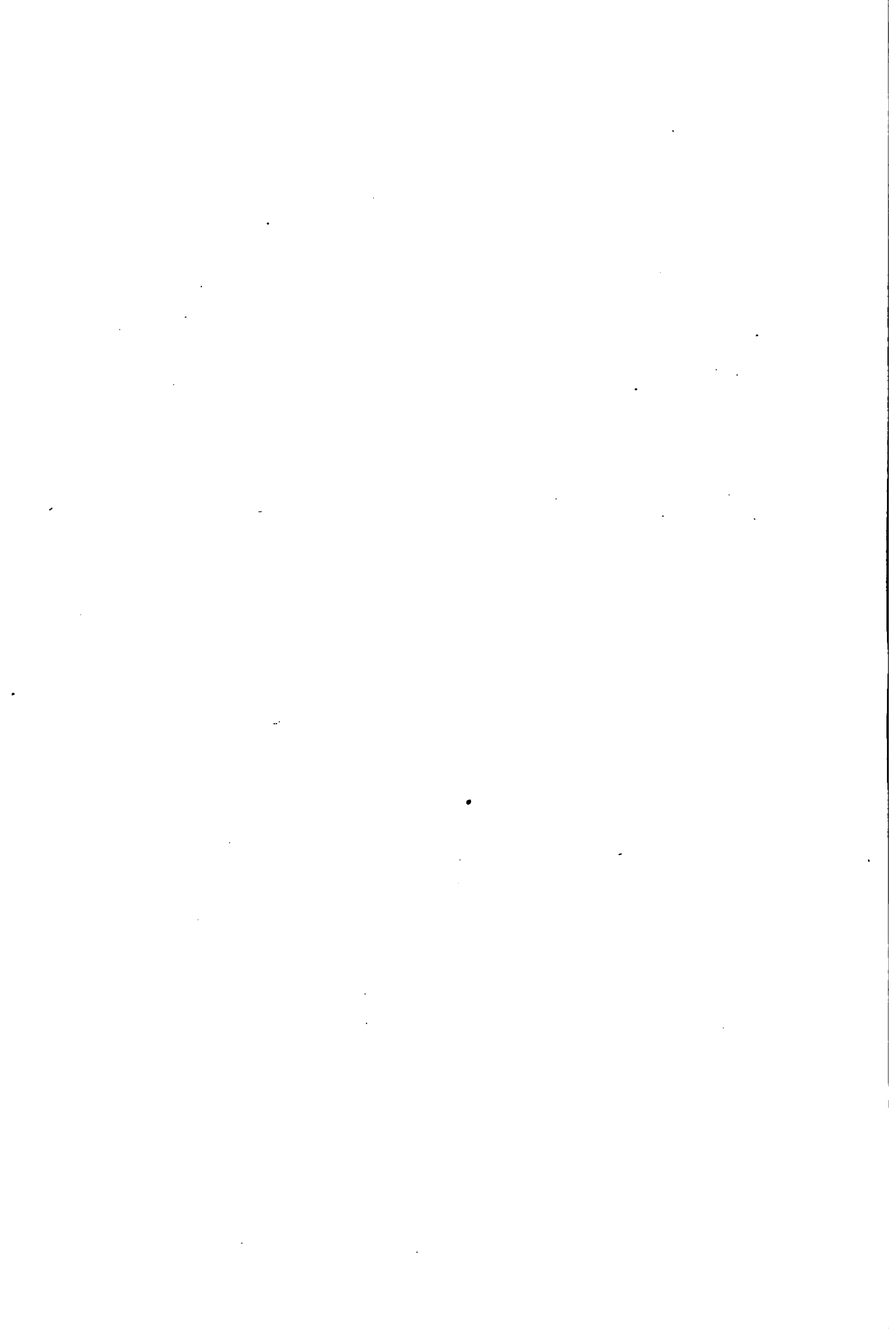
Nach Fertigstellung dieser Schrift erhalte ich Kenntniß von dem Berichte des „Berliner Local-Anzeiger" über die belgische Südpol-Expedition. Eine englische und eine deutsche Expedition, mit erheblich größeren Mitteln ausgerüstet, werden s. Zt. folgen! — Was könnte erzielt werden, wenn von den zwangsweisen Stationen, zu denen die Schiffe durch unbesiegbare elementare Verhältnisse genöthigt werden, unabhängige Flug-Apparate nach unwirthlichen Gegenden eilen könnten, die event. nach gemachten Erfahrungen zurückkehren, um besser ausgerüstet ihre Forschung zu wiederholen? Will man von diesem Hülfs-

mittel keinen Gebrauch machen und weshalb nicht? Verspricht man sich keinen Erfolg von diesen Apparaten, deren Functionirung durch klare Naturgesetze verbürgt ist? Will man zur Herstellung solcher Apparate keine pecuniären Opfer bringen, auch in bescheidenen Grenzen nicht? Ist die Lösung der Flugfrage weniger werth, als ein Paar menschliche Füße auf dem Nord- oder Süd-Pole? Welches Zeugniß wird wohl ausgestellt werden müssen, wenn die Einsicht über die Leistung deutscher Flug-Apparate erst dann kommt, wenn bereits kilometerlange Flugleistungen ausgeführt sind und kein Spatz auf dem Dache mehr zweifelhaft ist, daß er in dem Menschen einen weitüberlegenen Flug-Concurrenten besitzt? Welches Zeugniß soll ausgestellt werden für die Voraussicht und die Erkenntnißfähigkeit unserer wissenschaftlichen Größen und wie wird die Nachwelt diese Vorgänge behandeln? Wahrlich! ernst genug und reif genug ist die Buttenstedt'sche Lösung des Fliegenkönnens, um aus der vornehmen Zurückhaltung heraus, an die wirklich ernste Prüfung zu treten.

Zur unparteiischen Beurtheilung möge ein treffendes Wort von Professor Langenbruch-Bonn den Schlußstein des Ganzen bilden, der etwa Folgendes sagt:

„Wenn wir die Marksteine der Geschichte betrachten, so werden wir finden, daß überall da, wo wahrhaft einschneidend und schöpferisch in das Geschick der Völker eingegriffen ist, meist Laien und Autodidakten hervorlugen und es in der Regel dem Fachgelehrten nur vorbehalten blieb, die neue Entdeckung nur zu konstatiren, zu etiquettiren und zu registriren."

H. Weiße.



(2

Das Flug-Gesetz

als

Grundlage zur Lösung des Flug-Problems

im Sinne des Buttenstedt'schen Princips

von

H. Weiße,

Major z. D. im Ingenieur-Corps.

Mit 1 Figuren-Tafel.



Wenn wir die Wirkungen der Natur genau prüfen, werden wir finden, daß die wunderbarsten Erfindungen durch die einfachsten Mittel zu Stande kommen.

Galil. Galilëi.

Preis 1 Mark.

Selbst-Verlag.

Kiel 1897.

Druck der „Kieler Neuesten Nachrichten".

Der Rein-Ertrag wird zum Besten deutsch-aëronautischer Zwecke verwendet.

Vorrede.

Wenn trotz aller Fortschritte in Wissenschaft und Industrie das sogenannte Räthsel des Fluges noch ungelöst erscheint, so liegt die Ursache dieser Erscheinung nur darin, daß wir die Mechanik der Natur nicht verstanden und zwar deshalb nicht, weil wir uns durch zwar höchst gelehrte, aber auch höchst unwissenschaftliche Speculationen von der erhabenen Einfachheit der Natur und ihrer Gesetze entfernten.

Die Menschheit hat ihre natürliche Aufgabe, sich die ganze Schöpfung dienstbar zu machen, nicht eher gelöst, als bis sie auch das Aethermeer beherrscht.

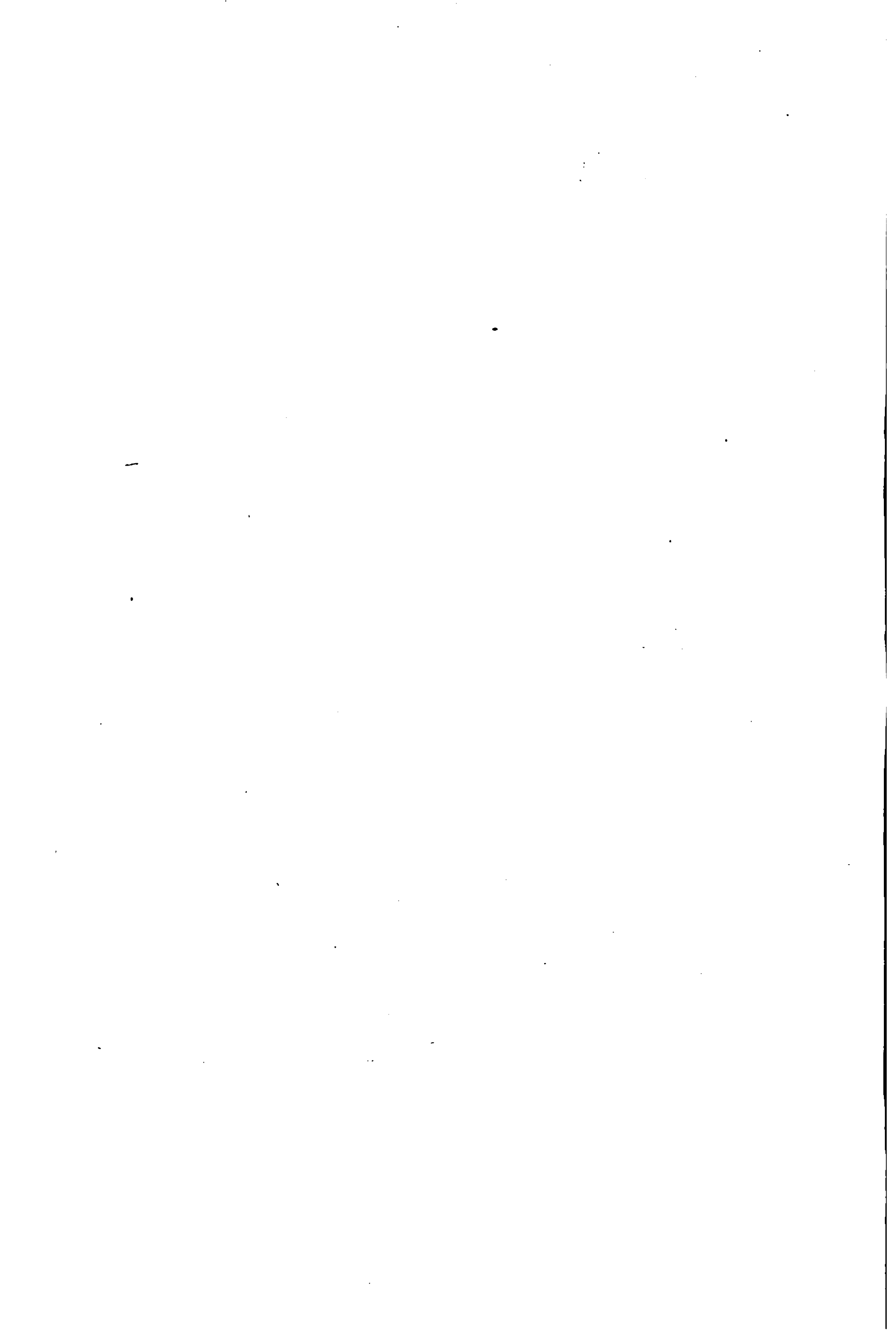
Unsere Atmosphäre trägt jeden Körper durch die demselben innewohnende Schwere und durch den vertikalen Gegendruck der Luftmasse auf Flugflächen. Wir Menschen haben von den beiden vorhandenen Kräften: Schwerkraft und Luftdruck, nur Gebrauch zu machen und unsere Aufgabe ist gelöst.

Möchte das deutsche Volk diese Aufgabe lösen! „Wer die Luft hat, hat die Welt". — Die Flug-Mechanik haben wir klar erkannt, dargelegt und technisch, — wenn zunächst auch nur noch begrenzt, — gelöst! —

Möge das deutsche Volk nicht, wie so oft schon, sich die Früchte ernster Arbeit seiner Söhne entgehen lassen und sich des bitteren Ernstes bewußt werden, daß über nationalen Ruhm die Wohlfahrt der gesammten Menschheit geht. Engherzige Kleinlichkeit könnte auch hier wieder bewirken, daß andere Völker ernten, was einzelne Deutsche gesäet.

Kiel, im August 1897.

H. Weiße.



Nach Verunglückung des Ingenieurs Lilienthal und Dr. Wölfert's wird die Frage der Luftschifffahrt wieder einmal sehr rege besprochen, und man hört die widersprechensten Ansichten über die Möglichkeit der Lösung dieser Frage. Auch habe ich dieser Frage seit dem Jahre 1870 Interesse entgegengebracht, und schon damals geäußert, daß die Erforschung der Pole nur mit Hülfe der Luftschifffahrt endgültig zu erwarten sei. Daß die Lösung dieser Frage tief in das Leben der Menschheit eingreift, wollen Viele nicht glauben, es seien daher die Worte von F. Göritz, eines Augenzeugen der Wölfert'schen Katastrophe, angeführt, welche derselbe in Nr. 25/97 der „Berliner Illustrirten Zeitung" äußert: „Fliegen können", — o ja, „das ist ein Ziel auf's Innigste zu wünschen" und doch ist dieses Ziel noch lange, lange nicht erreicht, ja wir sind ihm noch nicht einmal nahe gerückt. Sehnsüchtig schaut der Mensch dem stolz in den Lüften kreisenden Vogel nach. Meer und Land sind uns unterthan, im Reich der Lüfte aber sind wir noch Fremdlinge. Wessen Phantasie im Stande ist, den Flug in den Luft-Ozean mitzumachen, der nur kann begreifen, was für ein gewaltiges Stück unserer Kultur noch fehlt. Ist es aber einmal erreicht, dann beginnt sicher eine Entwickelungs-Phase, welche die der Dampfkraft und Elektrizität weit, weit hinter sich zurücklassen wird. Es giebt sicher keinen gesellschaftlichen Faktor, der nicht mit einem etwaigen Flugapparat zu rechnen haben wird. Die Revolution, die eine solche Erfindung hervorrufen müßte, hat bis jetzt wohl noch nie, selbst in den phantasievollsten Zukunfts-Romanen nicht, eine ausreichende Würdigung gefunden. Die gewaltigen Perspektiven waren es, welche die Menschen vom sagenhaften Dädalus bis zu Professor Charles, und von diesem

bis zum unglücklichen Dr. Wölfert dem Flug-Problem nachspüren ließen, und doch ist es bisher noch Keinem gelungen, uns eine Erfindung zu bieten, die auch nur einen theilweisen Anspruch auf eine praktische Verwendbarkeit hätte.

Sowohl im Alterthum, wie im Mittelalter wurden zahlreiche Versuche gemacht, den Flug der Vögel nachzuahmen. Der Erfolg war stets ein „negativer."

Da nun in den letzten Jahren häufiger von der Lilienthal'schen und Buttenstedt'schen Flugtheorie die Rede war, sowie von den Gegensätzen dieser Theorien, habe ich beide verglichen, selber kleine Experimente ausgeführt, und mich näher in dieser Hinsicht unterrichtet, wobei ich zu der Ueberzeugung gekommen bin, daß in der Buttenstedt'schen Theorie der eigentliche Schlüssel zur Lösung der Flugfrage ruht. Diese Theorie weicht aber so weit von den jetzt herrschenden Ansichten ab, daß eine Erklärung derselben nöthig erscheint, wenn das Verständniß dafür Verbreitung finden soll. — Ich unternahm es daher hiermit, einen kurzgefaßten Auszug des Buttenstedt'schen Werkes mit diesen kurzen Erläuterungen zu geben, damit die Idee dieser Flug-Auffassung weiteren Kreisen verständlich wird. —

Zuvor muß bemerkt werden, daß im Allgemeinen bisher die Flugauffassung des Professors Borelli (1688) maßgebend gewesen ist, wonach der Flügelschlag des Vogels in v e r t i k a l e r Richtung eine so große Arbeit leisten müsse, daß hierdurch die Schwerkraft des Thieres neutralisirt würde. Das ist ein rother Faden des Irrthums, der sich bis in die voluminösen wissenschaftlichen Werke der Neuzeit erstreckt, in welchen man die komplizirtesten und fragwürdigsten Rechnungen über die Größe der Vertikal-Arbeit des Flügelschlags vorfindet, sodaß sich eben Alles um den Vertikal-Effekt der Flügel-Arbeit dreht, wie um einen Pol. Die Lilienthal'sche Flugtheorie mit noch einigen andern, erweiterte die Borellische Theorie nun noch durch die Zusätze, daß auch der Wind ein Hauptfaktor des Fluges sei, und daß endlich auch noch im Hohlsein des Flügels ein Flug-Geheimniß liege. — Lord Raleigh, Mathematiker Gerlach und v. Parseval nehmen sogar zur Erklärung des Schweberäthsels der Vögel Doppelwinde an, die dicht übereinander liegen, und eine andere Theorie glaubt, um das Kreisen der Vögel zu erklären, daß zwei Wind nebeneinander in entgegengesetzten Richtungen wirken, in denen der Vogel abwechselnd eintauche. Wieder Andere glauben, daß ein leicht aufsteigender Wind das Schweben der Vögel

begünstige; kurz, man sucht nach zahllosen Zufälligkeiten, um das Räthsel des Vogelfluges erklären zu wollen, und nach den manigfachsten Naturkräften, von denen die Möglichkeit des Fluges abhängig sein soll. — Mit all diesen Auffassungen bricht nun Buttenstedt vollständig, indem er sagt, der Vogel sei ein wahrhaft hülfloses und trauriges Geschöpf, wenn er auf all die kleinen Hülfen angewiesen sein solle, die ihm die Menschen andichten, der Vogel sei vielmehr so von der Natnr ausgerüstet, daß er zu jeder Sekunde, bei Wind und Wetter, zum Fluge fertig sei, sich weder um Windstille noch um Sturm kümmere, und häufig auch recht wenig Flügelschläge ausführe, um weite Strecken zu durchschweben, mithin könne der Flügelschlag auch nicht mal die Hauptsache des Fluges sein, sondern seiner Auffassung nach sei der Flügelschlag nur eine willkürliche Unterstützung, der schon ohne Flügelschlag vorhandenen Flugkraft. — Ferner sei die Schwerkraft die eigentliche Flugkraft des Thieres, und er hebt hervor, daß die schwersten Vögel die schärfsten Flieger seien. Diese Ansicht wird durch meine Experimente, welche ich mit gleichen Kugeln von verschiedener Masse mittelst Pendelschwingungen machte, als richtig bestätigt, denn die schwerste Kugel machte bei gleicher Anfangs-Exkursion die längsten Schwingungen, sodaß die schwerste Materie also den längsten Weg zurückgelegt hatte. —

Buttenstedt sagt nun Folgendes:

1. Allgemeines über den Flug.

Es ist Thatsache, daß kein Vogel sein Körpergewicht so schnell auf den Beinen fortzutragen vermag, als auf den Flügeln, sofern er überhaupt zum Fluge veranlagt ist; Laufvögel machen natürlich eine Ausnahme. Die Beobachtung lehrt, daß Vögel auf den Futterplätzen ganz kleine Strecken, die recht gut auf den Beinen zurückgelegt werden könnten, auf den Flügeln zurücklegen. Es muß somit das Hochhüpfen, Fliegen, Anlanden, dem Vogel nicht so sauer werden, als auf den Beinen dieselbe Strecke zu laufen, denn auch Thiere suchen sich das Bequemste aus.

Man kann drei Flugarten unterscheiden: das Schweben oder Segeln

d. i. Der Flug ohne Flügelschlag.
Der Flügelschlagflug, auch Ruderflug.
Der Schwirr- oder Flatterflug.

Das sanfte, schwebende Dahingleiten ist von jeher das Ideal aller Bewegungsformen gewesen, ist die poesievollste, Göttern und Engeln angedichtete, von Dichtern verherrlichte Art der Bewegung, welche von der Flugtechnik als das Nachahmungswürdigste in's Auge gefaßt wird.

Die vier wichtigsten Elemente des Vogelfluges sind:

A. Hauptkräfte: 1. Unbewußte (passive) Muskelkraft.
2. Die Schwerkraft des Vogelleibes.

B. die aus den beiden Hauptkräften entstehende Vermittlerin des Schwebens; 3. die elastische Spannkraft der Flugflächen.

C. die Folge jener mit schrägen Flächen ausgerüsteten Spannkraft, als 4. Wechsel der Luftsäule unter der Flugfläche.

Die Hülfskräfte des Vogels sind:

1. Die bewußte (aktive) Muskelthätigkeit,
   a. Flügelschläge,
   b. Vibrationsbewegungen mit den Schwungfedertheilen der Flügel,
   c. Schraubenbewegungen mit dem Schwanze beim Schweben,
2. Die steigende Gleitkraft auf geneigter Fläche,
3. Der in der Flugrichtung strömende Wind, doch nur in sofern, als er den Vogel schneller an's Ziel trägt, als wenn er entgegengesetzt wehte.

2. Ueber die passive Muskelthätigkeit.

(Ueberschätzung der Kraft durch Borelli (10000 mal stärker als seine Schwerkraft) — (Babinet) 7,7 Pferdekräfte für einen schwebenden Adler.) Der Vogel hat auf keinen Fall mehr Kraft aufzuwenden, sein Körpergewicht zu tragen, als es seine Schwere erheischt. Der Vogel trägt in der Luft auf seinen Flügeln nur das absolute Gewicht, wie seine Beine auf der Erde. Die Flügel tragen immer nur das Eigengewicht des Vogels. — Der Vogel, der sich stehend auf den Beinen hält, braucht nicht mehr Kraft, als der Mensch, der sein Körpergewicht auf den Beinen erhält.

Der Vogel, der von einer Höhe herabspringt und die Flügel regungslos ausbreitet, hat nur das Bestreben sich am schnellen Fall zu hindern, also dem Fallgesetze entgegenzuwirken. Diese Kraft

kann nicht größer sein als diejenige, die nöthig ist, damit sich der Vogel auf den Beinen hält, oder auch der Mensch. Dieselbe Kraft, die unsere Hüft-, Knie- und Fußgelenke gestreckt erhält, erhält auch die Flügelgelenke gestreckt und so gut wir Menschen von einer Muskelanstrengung dabei nichts oder nur wenig merken, so gut merkt auch der Vogel nichts, weil wir diese Kraft nur unbewußt ausüben. Diese Kraft ist die sogen. Lebenskraft, das agens des Lebens, die unbewußte Kraft. Diese Kraft ist auch dazu bestimmt, den Vogel auf den Schwingen zu tragen d. h. sein Körpergewicht zwischen seinen Flügeln hängend zu erhalten, und diese unbewußte Kraft ist thätig, wenn wir einen Vogel in der Luft sehen, der seine Flügel regungslos ausgebreitet hält. — Der Vogel bleibt seinen Schwingen stets eine konstante Last, zwischen den Flügeln erhält der Vogel keine andere Kraft, als seine eigene.

Wie aber bei uns Menschen die aufgewandte Kraft erst zum Bewußtsein gelangt, wenn wir unsere Beine gehend bewegen, so gelangt auch erst beim Vogel die flügelschlagende Kraft, die *aktive* Flügelarbeit, zum Bewußtsein, — erst der Flügelschlag ist eine *bewußte* Muskelthätigkeit.

Die bewußte Muskelthätigkeit ist die Tragkraft des Vogels, *es ist diejenige Kraft, die dem rapiden Falle der Schwerkraft entgegenwirkt.*

Beim menschlichen Fluge, wo der Mensch unter Flugflächen hängt, wird diese große Tragkraft vom *Material* der Flugfläche geleistet. Zu dieser Tragkraft gehört nicht „Arbeit", sondern nur die Kraftart, wie sie der Stuhl leistet, auf dem wir uns setzen und der uns trägt. Die Tragkraft des Stuhles hält Jahre vor, auch die Kraft des Flugmaterials bedarf keiner Speisung, keiner Ergänzung; — in dieser steten Tragkraft ruht der Hauptantheil der Flugkraft, — denn diese Kraft ist in freier Luft stets vorhanden, so lange noch Fallhöhe vorhanden ist. (Gesetz v. d. Erhaltung der Kraft.)

3. Die Schwere.

Sämmtliche Fluggeschöpfe besitzen ein größeres Gewicht, als diejenige Luftmasse, welche sie durch ihre Körper-Volumen verdrängen. Auch die zarteste Mücke ist schwerer, als die Luft und fällt ohne Flügelarbeit zur Erde. Die Natur muß daher zur leichten Erzielung des Fluges die Wirkung der Schwerkraft für erforderlich gehalten haben, sonst hätte sie sicher Mittel und Wege gefunden, die Flugkörper leichter,

als die Luft zu konstruiren. So ist es denn Thatsache, daß die im Verhältniß zu ihren Flugflächen schwersten Vögel die schnellsten Flieger sind, und daß diese Flugkraft so lange anhält, bis der Vogel eine andere Stütze unter sich hat, als die Luft.

Wir sehen also, daß die Schwere des Körpers, die den Land- und Wasserthieren ein Hemmniß der Bewegung ist, gerade dem Vogel der Impuls einer Bewegung wird.

Schwere ist Flugkraft.

Die Schwere verfällt in freier Luft dem Fallgesetze, welchem auch der Vogelkörper unterworfen ist. Da aber die Natur mit der wachsenden Kraft des freien Falles des Vogelkörpers nichts anfangen kann, so mußte sie dieses Fallgesetz für den Flug umwandeln. Dieses hat sie dadurch gethan, daß sie dem Vogel ein Paar Fallschirme in seinen Flügeln verlieh. Diese Fallschirmflächen wirken mit ihrer größten Fläche dem Falle entgegen und verwandeln die Fallbewegung in ein gleichmäßiges, langsames Sinken der Schwere; es erfolgt also beinah! eine Aufhebung der Schwerkraft durch die entgegenwirkende Flugflächen-Kraft. Dieses langsame Sinken wird noch vermindert, sobald eine neue, geringe Bewegung in horizontaler Richtung auf den Flugkörper wirkt, und ist diese Horizontalkraft so stark, daß der Flugkörper horizontal schwebt, daß sich durch die geringe Horizontalkraft die wachsende Fall-Arbeit völlig in reine Schwerkraft, in Druckkraft umgewandelt. Die Schwerkraft darf dem Fluge nur als wirkende Kraft, als Druck, nicht als wachsende Fallkraft dienen. (Erläuterung: am Fallschirm-Apparat! Die Fallschirmfläche leistet über die Tragkraft für den Insassen und dessen Schwere, und diese Material-Körperkraft, welche die volle Schwere des Menschen nur in derselben Weise trägt, wie ein Stuhl tagelang einen Menschen, braucht während des Fluges keine Speisung, keinen Nachersatz. Diese Tragkraft des Flugmaterials ist der größte Theil der Flugkraft und braucht demnach keinen Ersatz. Das, was wir zu ergänzen haben, ist nur die geringe Horizontalkraft, d. h. Horizontal-Arbeit.)

Die Schwerkraft ist also nur dazu da, in den elastischen Flugflächen eine, dem Fluge günstige Spannkraft zu erzeugen und zu unterhalten; die Schwerkraft ist nur die Speisung der Flugkraft, nicht die direkte Flugkraft selbst. Die Schwere wird durch Spannflugkraft fortgezogen, trotzdem die Schwerkraft erst die Spannkraft erzeugt.

Die Schwerkraft ist daher die Schöpferin der Flugkraft, daher das Wichtigste für den Flug, denn sie speist die Flugkraft auf der ganzen Fahrt mit so großer Energie, daß nur noch geringe Hülfskräfte zur völligen Erhaltung des Fluges nöthig sind.

Die Schwere ist die Seele des Fluges.

4. Das mechanische Prinzip des Fluges.

Der Flug des Vogels geht mechanisch vor sich d. h. ohne direktes Zuthun des Vogels. Bei heftigem Winde, der Laub, Geäst, Kopfbedeckungen, liegendes Holz- und sonst nicht niet- und nagelfeste Theile gewaltsam mit sich fortreißt, beobachtet man oft große und kleine Raubvögel, die mit regungslos ausgebreiteten, horizontal lagernden Flügeln auf einem Punkte in der Luft, ohne zu sinken oder zu steigen, ohne Rückwärts- oder Vorwärtsbewegung stillstehen.

1. Was hält den Vogel gegen die Kraft des Windes so minutenlang fest? — auch der Vogel in freier Luft ist nicht niet- und nagelfest; er ist der Kraft des Windes ausgesetzt! — Hat der Wind z. B. eine sekundliche Geschwindigkeit von 12 m, so fliegt die Luft an dem stillstehenden Vogel mit dieser Geschwindigkeit vorbei und wirkt mit dieser Gewalt gegen den Querschnitt des Vogelleibes und Flügels. Der Vogel hat von der Erde aus gesehen keinerlei Geschwindigkeit, aber in seiner ihn umgebenden Luft legt er 12 m in der Sekunde zurück. Wo kommt diese Flugkraft her, da der Vogel keinerlei Flügelarbeit leistet? —

   Aus vorstehender Thatsache, die oft und von vielen Beobachtern bestätigt worden ist, geht hervor:

   1. daß der Vogel ohne Flügelarbeit eine Flugbewegung hat,
   2. daß Flügelschläge nicht nöthig sind, um ein Sinken zu verhindern.

2. Beobachtung von Raben, welche mit dem Kopf gegen den Wind in senkrechten Linien 2—5 m auf- und abstiegen, wie ein Mückenspiel, mit regungslos ausgebreiteten Schwingen; desgl. bei größeren Raubvögeln ca. 15 m senkr. Bahn. Diese Beobachtung zeigt: 1. der Vogel hat eine Flugbewegung in seinem Medium, da ihn der Wind nicht fortreißt; — 2. zum Heben des Vogels sind Flügelschläge nicht nöthig.

3. Im Oktober 1885 wurde ein größerer Raubvogel beobachtet, der in einer Höhe von 30 m ohne Flügelschläge zu kreisen begann: er hielt die Flügel regungslos und breitete den Schwanz weit aus. Es war windstiller Tag; sämmtliche Windmühlen standen still, auf den Bäumen rührte sich kein Blatt, an leichten Wölkchen war kaum die Richtung eines Zuges zu bemerken. Dennoch stieg der Segler immer höher, nahm dann eine gestreckte Fluglinie an, gleichfalls ohne jede Flügelarbeit, denn man kann die zitternde, flimmernde Flügelarbeit auf sehr weite Entfernungen deutlich vom Schweben unterscheiden. Eine gewisse Arbeit ist aber im Körper zu beobachten gewesen, welche von der Ruder- oder Schraubenbewegung des Schwanzes herrührte, denn der Schwanz war weit ausgebreitet; — unthätige Schweiftheile sind stets zusammengezogen.

Aus diesen drei Beobachtungen folgt:

1. Der Vogel hat auch ohne Flügelschlag eine eigene Bewegung in horizontaler, sogar ansteigender Richtung;
2. Flügelschläge sind nicht das Haupterforderniß des Fluges, und
3. Zur Hebung des Flugkörpers der Vögel sind Flügelschläge nicht Bedingung.

An der Thatsache, daß kein Vogel mit regungslos ausgebreiteten Schwingen senkrecht zu fallen vermag, selbst wenn es in seinem regsten Interesse liegt, sieht man deutlich, daß die Vorwärtsbewegung ihm häufig nicht erwünscht, aber eben eine mechanische, d. h. eine Flugbewegung ohne sein direktes Zuthun ist. Und aus der Thatsache, daß diese Flugbewegung aufhört, sobald der Vogel die Flügel einzieht, geht hervor, daß diese mechanische Flügelbewegung nicht im Flugkörper, sondern in der Flugfläche, in den Flügeln, ruht. —

In dem Werke: „Die Vogelwarte Helgoland" von Gätke, herausgegeben von Professor Dr. Blasius (Joh. Heinr. Meyer-Braunschweig) sind werthvolle, vielfach geprüfte und kontrollirte Beobachtungen gesammelt, welche beweisen, daß wir mit unserer ganzen überkommenen Flugtheorie auf ganz verkehrtem Wege sind, indem wir annehmen, daß der Flügelschlag die Hauptsache des Fluges sei.

Man muß sich die Frage vorlegen: wie ist es möglich, daß ein Thier mit derselben Kraft, auf denselben Organen horizontal 800 Meilen

(in ca. 15 Stunden) und vertikal nicht 80 Meter (d. i. $^1/_{75000}$stel der horizontalen Reise) zurücklegt? — Muß da nicht im horizontalen Flügel irgend ein Geheimniß ruhen? — Man muß durchaus mit dem Umstand rechnen, daß zum horizontalen Bewegen einer getragenen Last weit weniger Kraft nöthig ist, als um dieselbe Last zu heben, oder als sie ausübt, wenn sie sinkt.

Wenn man z. B. eine Wassermasse 100 m hochhebt und legt von hier ein Wassergerinne mit ganz allmälichem Fall an, z. B. 5000 m weit, so transportirt sich diese Masse durch eigene Schwere im Abfließen 5000 m weit und hier kann sich das Spiel wiederholen. Die horizontale Förderung um ein ungezähltes Vielfaches der Hubhöhe, findet in erhöhtem Maaße beim Vogelkörper statt, denn die elastischen, schrägen Flächen seiner Schwungfedern sind das feichteste Gerinne, was man sich denken kann. Bei jedem Schweben bringt der Vogel kleine Höhen-Verluste durch Steuerkraft mit dem Schwanze oder Flügeldruck und Balancirkraft ein, um auf's neue aus 1 cm Hub eine vielfach horizontale Bahn zu schlagen; was der Vogel vertikal empfängt oder verliert, kommt ihm hundertfach am horizontalen Raum wieder ein. (Er empfängt eine Geldrolle von 100 Stücken, kaum handhoch und giebt diese Stücke horizontal nebeneinander gelegt in langer Linie wieder aus.) —

Dieses Einnehmen der großen Vertikal-Fallkraft und das Ausgeben in kleine Horizontalschnellkraft besorgt das elastische Material der Flügel; es wird durch geringes Sinken in der Horizontalspannung des Flügelmaterials eine Kraft erzeugt, welche hinreicht, dem Vogelleib eine vielfach horizontale Bewegung von derjenigen Weite zu geben, die er gefallen ist. Diese selbstthätige Regulirung des Empfangens größerer Spannkraft, wie Eintheilens und Ausgebens derselben in kleinere Dosen horizontaler Schnellkraft ist das „mechanische Prinzip des Fluges.“

Herr Meyer schreibt (T. F. J. Meyer-Hamburg):

In Helgoland trifft der stürmische Westwind die Wände der Insel mit solcher Kraft, daß auf der Spitze der scharfkantigen in's Meer vorspringenden Felsen die waghalsigen Jungen sich in schiefer Linie über den Rand hinauslehnen und bleiben durch den Winddruck vor dem Absturz bewahrt. — In den Endpunkten der bogenförmigen tiefen Einbuchten findet etwas ganz anderes statt. Dort kann beim

stärksten Sturm einen Schritt vom Abgrund zurück eine Dame stehen, ohne den Wind zu spüren, kaum bewegt sich der Schleier auf ihrem Hute! Woher kommt das? In der großen Bucht wird die Luft vom Sturme so zusammen gepreßt, daß sie mit ungeheurer Gewalt nach oben hinausschießt; sie bildet eine feste Mauer, durch welche der andringende West-Sturm nicht hindurch kann. Eine Mauer von Wind als Schutz gegen den Sturm!"

Man sieht hieraus, von welcher Kraft ein Luftzug werden kann, oder, was dasselbe sagen will, welchen Widerstand eine Fläche finden kann, die mit Windesschnelle über ruhige Luft hinbewegt wird; solch' einen Luftdruck, solch' eine Luftmauer schafft sich jeder segelnde Vogel unter seinen Flügeln und der Flügelschlag erhöht noch den Widerstand dieser Luftmauer durch Eigenkraft. So wie die Windmauer senkrecht über den Felsrand hinaufschießt und eine feste Linie bildet, so schießt der Vogelflügel über die Luftsäulen hin und findet dadurch einen tragfähigen Untergrund.

5. Die Wirkungen des Luftdruckes auf Flugflächen.

Alle schrägen Flächen bekommen durch den Luftdruck eine Wirkung oder Bewegung nach der Seite des spitzen Einfallswinkels des Windstrahls, d. h. nach jener Richtung hin, wo diejenige Kante der Fläche liegt, die dem Luftdrucke am nächsten ist. [Windmühle; — Drachen.] Der Winddruck will stets die schmalste Projektion einer schrägen Fläche sehen, deshalb drebt er eine Wetterfahne so lange herum, bis die schmale Vorderkante ihm zugedreht bleibt.

Die geringste Projektion überwindet naturgemäß den Luftwiderstand am leichtesten und ist am flugfähigsten; es kommt darauf an, den Luftwiderstand zu überwinden, nicht ihn hervorzurufen. — Wir wollen schnell über die Luftsäulen hinweg, nicht von ihnen aufgehalten sein. —

6. Die elastische Spannkraft der Flugflächen.

Diese elastische Spannkraft (3. Element des Vogelfluges) entsteht, wenn der Vogel sich mit seiner ganzen Schwere in seine ausgebreiteten Flügel hängt; gerade so, wie wir Menschen, wenn wir uns auf eine Sprungfedermatratze, Sopha oder Stuhl setzen, die Federn herunterdrücken und in Spannung erhalten, so drückt auch die Vogellast, die sich auf die Flügel legt, die Federn spannend nach oben,

weil die Flügel von unten durch den Luftwiderstand hochgedrückt werden. Die Flügelspannkraft ist genau so groß, wie die Schwerkraft und diese so groß, wie die unbewußte Muskelkraft; die Schwerkraft ist nur das Mittel, diese letztere in Spannkraft umzusetzen. Alle drei Kräfte sind gleich groß, sind verschieden von einander und bilden doch alle drei nur eine Kraft. Die passive Muskelkraft bedient sich nur der Elastizität als Vermittlerin, um die Schwerkraft in Spannkraft umzusetzen und dadurch die Bewegungsrichtung der Schwere aus der Vertikalen zum Theil in horizontale Bewegungsrichtung zu verwandeln.

Mit der bloßen Spannkraft würde dem Fluge wenig gedient sein, das bewegende Element ist vielmehr die schräge Fläche unter den Schwungfederspitzen; erst die schräge Fläche ist die Mutter der Horizontalspannkraft der Schwungfedern. Ohne die Bildung dieser schrägen Flächen würde auch die Horizontalspannkraft fehlen.

Eine Spannkraft kann nicht als selbstständige Kraft auftreten, sie muß erst erzeugt werden. Diese Spannkraft hört auf, wenn die Ursache derselben aufhört; so lange aber Spannkraft vorhanden, muß auch mit ihrer Wirkung gerechnet werden.

Bei einem Vogel mit ausgebreiteten Flügeln auf der Erde stehend, liegt der Flügeloberarm horizontal, die Flügelspitze hängt herab, die äußersten Schwungfederspitzen befinden sich in elastischer Ruhe. Die Flügel tragen nicht den Vogel, sondern der Vogel trägt die Flügel. Dies ändert sich sofort, wenn der Vogel hochgesprungen ist und in seinen Flügeln hängt. Die Vogelflügel tragen den Vogelleib und da dieses Tragen nur auf der Luftsäule stattfinden kann, die gerade unter den Flügeln sich befindet, so drückt die Luftsäule jede Fläche der Flügel nach oben, und zwar so hoch, daß die Hauptfläche der Flügel in einer Horizontalen mit den Flügelwurzeln, die Schwungfedertheile des Flügels aber höher liegen. — Ein stehender Vogel kann diese Flugflächen-Spannung nicht durch Muskelkraft hervorrufen; diese Spannung kann nur durch die Schwerkraft hervorgerufen werden; denn wenn der Vogel diese, zum Fluge nothwendige Spannung durch eigene Muskelthätigkeit und vollster Flügelthätigkeit erzeugen könnte, dann würde er sich von der Erde abheben können, ohne anlaufen oder hochhüpfen zu müssen. Dies kann er eben nicht, trotz heftigster Flügelschläge seiner (gewölbten) Flügelflächen, wie der in kleinen umzäunten Garten gefangene Condor und Albatros beweisen, denen doch das Hochhüpfen, wenn auch nicht der Anlauf zu Gebote

steht, — warum fliegen diese so gewaltigen Segler der Lüfte nicht davon, da ihnen doch der weite Luft-Ozean offen steht? —

Daß Condor, Albatros, an der Erde liegende Thurmschwalben, Alpen- und Mauersegler, Fledermäuse 2c. nicht durch reine Flügelschläge sich von der Scholle los machen können, ist ein Beweis, daß die gewölbte Flugfläche und der Flügelschlag für den Flug selbst von untergeordneter Bedeutung sind. Man sieht: auch die neueste Fachwissenschaft ist bestrebt, die alten Irrthümer noch zu erhalten. Daß aber der Vogel, der nur einige Handbreiten hochhüpfen und sich in die Flügel hängen kann, oft, wie die Raben, Störche, Sperber, Gabelweihe, Wasserläufer, Tauben u. A. deutlich beweisen, ohne jeden Flügelschlag 50 und mehr Meter weit schwebt, ist ein Beweis, daß in dem regungslos ausgebreiteten Flügel die Hauptflugkraft zu suchen ist.

Da zwischen dem ausgestreckten Flügel in freier Luft und dem gestreckten Flügel auf der Erde weiter kein Unterschied, als in der Form und Lage der Spannung besteht, so muß in dieser Spannung die große Flugwirkung liegen, und da endlich der Vogelflügel den Leib des Vogels so schnell ohne Flügelschlag forträgt und somit Flugarbeit geleistet wird, so muß auch in der Spannung des regungslosen Flügels eine arbeitende Kraft ruhen.

Der, an der Erde ruhende Vogel kann durch bewußte Muskelthätigkeit die zu seinem Fluge nöthige Kraft nicht erzeugen, es muß also die Erzeugung der Hauptflugkraft außerhalb seiner Flügelarbeit, mehr in einer — todten, einer Materienkraft — gesucht werden, und so muß in der Schwerkraft: Feder-, Gelenk- und Luft-Materien-Kraft die Hauptkraft der Flug-Arbeit liegen. Ausdrücklich gesagt: die Hauptkraft, nicht die alleinige, denn die Muskelkraft, bewußte, wie unbewußte, haben Theil an der Gesammtflugkraft, aber das muß hervorgehoben werden: die Arbeit der reinen Naturkräfte ist die Grundsäule der Hauptträger der Flugarbeit, also der eigentliche Flugmotor.

Die Schwungfedern, welche sich im Zustande elastischer Ruhe befinden, sind nach vorn konvex gekrümmt; bei elastischer Spannung sind sie — getreu nach dem Anschütz'schen Moment-Aufnahmen — vorn konkav und sind nicht nur vertikal, sondern auch horizontal nach vorn gespannt. Von einer Wölbung der unteren Fläche ist in der Spannung gar keine

Rede, es ist vielmehr das Gegentheil der Fall, denn die Federlage der Unterfläche des Flügels zeigt, daß die Wölbung auf dem oberen Theile der Flügelfläche liegt, was auch der Wirkung des Luftdruckes eher entspricht.

7. Die horizontale Spannkraft des äußeren Vogelflügels.

a. Ursache der Spannung nach vorn.

In allen Schwungfedern sitzt der Federschaft nicht in der Mitte der Fahne, sondern, — bei ausgebreiteten Flügeln, mehr nach vorn zu, nach dem Kopfe des Vogels. —

Im Zustand der Ruhe sehen wir, seitwärts stehend, die obere Fläche der Feder. Sobald der Flügel die Vogellast trägt, und der Luftdruck von unten auf die Federfläche wirkt, da hebt sich sogleich der Fahnentheil der Feder so hoch, daß man nun die untere Fläche sieht. Nun liegt der Federschaft am tiefsten, die Fahne am höchsten und zwar deshalb, weil die Fahnentheile, welche dem festen, widerstandsfähigeren Schafte am fernsten liegen, auch am leichtesten dem Drucke von unten nachgeben und zu größerer Höhe hinaufgedrückt werden; es fluthen nun die vertikal unter die Fläche treffenden Lufttheile nach hinten ab, weil der Vogel im Sinken begriffen ist.

Die Hauptsache liegt nun darin, daß durch diesen Umstand die Feder nicht allein eine Vertikal-Spannung erhält, sondern auch die wichtigste, die Horizontal-Spannung nach dem Schafte zu, also nach vorn. Diese Spannung tritt aber deshalb ein, weil der schwere Vogelleib dieser plötzlich eintretenden Horizontal-Wirkung nicht im gleichen Augenblicke zu folgen vermag, vielmehr von dieser Wirkung erst nachgezogen wird.

Ehe die Zugkraft der elastischen Spannung der Schwungfedern das Beharrungs-Vermögen der Ruhe des schweren Vogelkörpers ohne Flügelschlag überwunden und den Körper in Flug gebracht hat, geht einige Zeit verloren, die Vögel helfen sich aber dadurch, daß sie sich mittelst Anlauf- und Ansprungs durch ihre Schenkelkraft aus dem Beharrungs-Zustande der Ruhe befreien, und dadurch der horizontalen Spannung den Antrieb erleichtern. Die Mutter der schrägen Fläche ist der Vertikal-Luftdruck, die Mutter der Spannkraft ist die schräge Fläche.

Durch die einfache Konstruktion der Feder vermag die Natur also einen vertikalen Druck in eine horizontale Wirkung umzusetzen und

diesen horizontalen Druck in Arbeit für Flugzwecke umzuwandeln. Die Vorwärtsspannung der Schwungfedern findet so lange statt, als der Luftdruck von unten dauert, so lange also, bis der Vogel sich niederläßt. Diese Spannung ist vorhanden, ob der Vogel sinkt, steigt oder horizontal schwebt, ob er mit oder gegen den Wind zieht, der Vogel mag sich in der Luft bewegen wo und wie er will, er muß stets seine Schwere auf den Flügeln tragen und wo Schwere ist, ist auch Spannung da. In dieser Spannung ist aber auch die Segelwirkung der schrägen Fläche der Schwungfedern mit einbegriffen.

Der Flügelschlag ist nur eine Verstärkung der schon vorhandenen Flugkraft, nicht der Urheber dieser Kraft. Die Schwerkraft-Spannung ist die Grundbedingung jeden Vogelfluges, wo diese Spannung fehlt, beginnt überhaupt kein Flug und deshalb kann kein Vogel auffliegen, der nicht von der Erde abhüpfen kann, denn durch alle Flügelschläge kann er die Spannung der Schwungfedern nicht herstellen; da er sich aber durch eine Flügelarbeit nicht heben kann, so liegen in der Schwerkraft-Spannung größere Flugkräfte, als in den Flügelschlägen.

b. Wirkung der Spannkraft nach vorn.

Jede Spannung ruft das Bestreben einer Entspannung wach; hört eine spannende Kraft auf, so tritt die Spannung sofort aus ihrer Zwangslage heraus und stellt die Ruhe her. So lange die Spannung festgehalten wird, leistet sie Gegendruck. Die gespannte Uhrfeder leistet durch ihre Entspannung den Gang der Uhr; der gespannte Bogen schleudert durch seine Entspannung den Pfeil oder Bolzen. Die Entspannung wirkt stets in entgegengesetzter Richtung der Spannung.

Das Schweben der Vögel ist auch oft „Segeln“ genannt und mit völligem Recht, denn es ist thatsächlich nichts als ein Segeln im zutreffendsten, schönsten Sinne des Wortes, der einzige Unterschied liegt nur in der Stellung zum Luftdruck. Das Boot oder richtiger Segel empfängt einen horizontalen Luftdruck, der Vogelflügel einen vertikalen von unten nach oben, und die Schwungfedern bieten dem vertikal-aufwärts wirkenden Drucke eine schräge Fläche, wie das Segel dem horizontalen Drucke; die Verhältnisse sind dieselben, nur die Stellung ist eine andere.

In Skizze A ruht der schwebende Vogel mit seiner vollen Last auf der durch Striche angedeuteten Luftsäule, welche von

unten gegen seine Flügelflächen drückt. Dieser Druck biegt die Federfahnen seiner Schwungfedern 1—5 höher, als die Kiele derselben, so daß sich hinter und unter diesen Fahnen ein Luftprisma bildet, welches die Feder hoch und in Vorderspannung drückt. Außer diesen Luftprismen unter den einzelnen Schwungfedern bildet sich noch ein flacheres Prisma unter der ganzen Flügelspitze mit derselben Wirkung und der Vogel muß deshalb einen Zug nach vorn fühlen. Da diese Luftprismen als Stützpunkte für die Spannung wirken und die Spannungslage der Flügelspitzen wie durch Sperrfedern festgehalten wird, so kann die Entspannung der Zwangslage in den Längsachsen der Flügel nur dadurch vor sich gehen, daß der, mitten in dieser Spannung liegende Vogelkörper, von der elastischen Spannungs-Energie der vorgerückten Flügelspitzen an sich herangezogen wird. — Während sich aber der Vogelleib anschickt, der Spannung nachzugeben, drücken die äußeren Luftprismen die Flügelspitzen auf's Neue vor und fordern auf's Neue die Entspannung der hervorgerufenen elastischen Energie und somit das Nachfolgen des Vogelleibes hinter der Spannung her immer fort. Was der Vogel an Spannkraft an den Flügelspitzen empfängt, giebt er mathematisch genau als Bewegung in der Vorwärtsrichtung an den Vogelkörper wieder ab, da aber die Größe dieser Spannkraft von der Vogellast bedingt wird und diese konstant ist, so ist auch die Bewegung konstant und diese Flugbewegung ist das schöne, gleichmäßige Schweben.

Das Schweben ist die anquivalente Flugbewegung der reinen Schwerkraft-Spannung der Flugflächen des schwebenden Vogels, also die in Flugbewegung umgesetzte Muskelkraft; bei völlig horizontalem Schweben muß etwas Steuerkraft, also Eigenkraft mitwirken.

Der Luftdruck hat gegen die unteren Flügelflächen des Vogels keine auftreibende Bewegung, dafür hat aber der sinkende Vogel eine Bewegung gegen den Luftdruck und dieser Druck ist stets so stark, daß er die volle erforderliche Spannung hervorruft. Das anscheinend Unerklärbare ist, daß diese elastische Vorderspannung der Flügelspitzen sogar beim Aufsteigen des schwebenden Vogels — und zwar besonders stark — beobachtet wird. Nur „anscheinend" unerklärlich die Erklärung folgt.

Die Wirkung der Spannung für Flugzwecke läßt sich folgendermaßen aus Skizze B klar machen: A ein Holzstück in ruhigem Wasser

schwimmend und in a festgemacht (Fischbein, Rohr, Weidenruthe ꝛc.) durch eine Schnur. Eine elastische Stange bb mit Zugschnüren c ist am Schwimmholz vorn befestigt. Zieht man die Schnur c und biegt die Stange bis n, so wird diese in eine Zwangslage versetzt und die Schnur am Punkt a straff gespannt. Da in Punkt a der Schwimmkörper festgehalten ist, kann keine Ent-Spannung der Stange b stattfinden. Läßt man die Schnur c plötzlich los, so findet die Entspannung der Stange b auch auf demselben äußeren Wege statt, wo die Spannnng stattfand, — die Stange schnellt in ihre Ruhelage, in ihre gerade Linie zurück.

Ganz anders ist jedoch die Sache, wenn wir die Zugleinen nochmals an- und die Stangenenden b bis n vorziehen und nun plötzlich die Halteschnur in a losschneiden, da hat der Schwimmkörper keinerlei Halt mehr und muß der Spannung der Stange b sofort folgen. Die elastische Ent-Spannung der äußerlich gespannten Stange b findet nun innerhalb beider Stangenspitzen dadurch statt, daß sich der Mittelpunkt der Stange mit dem Schwimmkörper A so weit vorbegiebt, bis die Stange in der Linie n ihre Lage elastischer Ruhe gefunden hat.

Zieht man aber im Augenblick des Durchschneidens der Halteschnur in a, die Zugschnüre c weiter an, so hat die Elastizität der Stange b keine Zeit, ihre innere Ent-Spannung zu vollenden, sondern sie sucht dies durch fortwährendes Nachziehen des Schwimmkörpers A zu erreichen. Bei fortgesetztem Zuge tritt aber eine völlige Ent-Spannung der Stange b nie ein, — weil der Wasserdruck gegen den Querschnitt des Schwimmkörpers (wie der Luftdruck gegen den Querschnitt des Vogelkörpers) dies verhindert. -- Auch an den Spitzen des Vogelflügels hört der Zug nach vorn nie auf in freier Luft und da der Vogelleib in keinem Punkte (a) festgehalten wird, so muß dieser Vogelleib rast- und ruhelos so lange der Spannung seiner Flugflächen folgen, als diese Spannung vorhanden ist, und diese Spannung hört nur auf, wenn der Vogel auf seinen Beinen ruht, ruht er aber auf seinen Flügeln, so ist sein Normal-Zustand rastlose Schwebebewegung.

Hier stehen wir vor der stillen, nicht in die Erscheinung tretenden Thätigkeit jener räthselhaften Flugkraft, die den Vogelleib in so kurzer Zeit so unverhältnißmäßig weit zu tragen vermag, von jener räthselhaften „mechanischen“ Flugbewegung, die den Vogel gegen heftige Winde festhält und die ihn gleichmäßig nach vorn treibt, ob er

den Kopf gegen den Wind festhält oder mit dem Winde zieht, oder ob er sich in Windstille befindet, diese Schwebekraft bleibt sich stets gleich, denn sie wird von einer stets ganz gleichbleibenden Kraft, der Schwerkraft des Vogels, gespeist. Diese Spannkraft schlummert, ist latent, in den Fittichen des stehenden Vogels, aber diese Spann- und Flügelkraft schießt in die Flügel, sobald sich die Vogellast in dieselben hineinwirft; die Schwerkraft braucht die Spannkraft in den Flugorganen nur zu wecken, damit sich diese als unversiegbare, rastlose Flugkraft bethätige.

Wir stehen hier vor der wunderbaren Thatsache, daß ein elastisches Material, wie das Schwungfeder-Material ist, in Wirklichkeit angeregt durch Schwere und Luftdruck, mechanische, ununterbrochene Arbeit leistet d. h. eine Kraft in sich trägt, welche in rastlose Bewegung übergeht; da aber im Voreilen der Spannung und Nachfolgen der Ent-Spannung immer eine gleiche Differenz liegt, und die Spannung um so viel vorschnellt, als die Ent-Spannung nachgefolgt ist, so sieht man eben keine Arbeit, sondern immer eine regungslos gleichförmige, schwebende Flügelform, und doch ist diese anscheinend starre Flügelform voller Arbeit und Leben, weil eine gespannte schräge Fläche der stete Beweger dieses Materials ist.

Es ist staunenswerth, mit welch' großartiger Einfachheit die Natur die Elastizität für Flugzwecke zu verwenden weiß; sie zieht eine Feder auf, läßt sie ablaufen, und zieht sie während des Laufes immer wieder von Neuem auf, oder wenn der Vogel sich in seine Feder-Flugorgane wirft, ist die Feder-Maschine für die ganze Reise aufgezogen, denn dieser Motor läuft erst ab am Ziele der Reise und läge selbst zwischen Auf- und Niederflug der Erdkreis, sofern der Flugkörper nur durch Hülfskräfte in der Luft erhalten wird; diese Horizontal-Maschine ist stets thätig ohne Speisung und Wartung.

Der Vogel hat ohne Flügelschlag eine Flugbewegung, zu der er direkt nichts weiter thut, als die Flügel auszubreiten. — Ist das Fliegen da eine Kunst? Wir brauchen durch Steuerkraft uns nur in der Höhe zu halten, dann haben wir zugleich stete Zugkraft gewonnen!

Es ist thatsächlich zutreffend, daß, wenn man einen kreisenden Vogel so schießen könnte, daß er todt und starr im Gleichgewicht bliebe, er ruhig kreisend fortschweben würde, bis er die Erde berührte und da der Vogel beim Schweben sehr wenig Höhenverlust hat, so kann das ziemlich lange dauern.

Der vertikal aufwärts gerichtete Druck der Luftsäule unter den Vogelflügeln wird in den Theilen, welche sich unter der Flügelspitze befinden, gebrochen und in horizontaler Richtung, in Flugkraft, in Flugbewegung, also in Arbeit horizontaler Richtung umgesetzt; die Flügelspitze bricht daher die Kraftrichtung im annähernd rechten Winkel, und die Mittel dazu sind die zweckdienlich gebauten Schwungfederflächen.

Da nun der Flügelschlag sich von oben nach unten bewegt, mithin dadurch den Luftdruck gegen die untere Flügelfläche noch verstärkt wird, so muß naturgemäß auch die gebrochene Kraft durch den Flügelschlag stärker werden, und so zeigt es sich denn auch in der That, daß durch den Flügelschlag die Schnelligkeit des Zuges zunimmt, nicht aber der Flugkörper gehoben wird. — Der Flügelschlag verstärkt den horizontalen Flug, vergrößert die Flug-Arbeit oder verstärkt die lebendige horizontale Kraft.

Die Flügelarbeit, verstärkt beim Niedergehen offenbar den Vertikaldruck der Luft unter den Flügeln und wirkt somit thatsächlich auch auf den Hub des Vogels, aber dieser Hub geht bei der Ausholung zum nächsten Flügelschlage wieder verloren und es ist deutlich hervortretend, daß der Schlag des Flügels für das Halten von Höhe sehr belanglos ist. Das ist eben ein großer Irrthum Borelli's und seiner Anhänger: es sei Aufgabe des Fluges, durch Treibung von Luft von oben nach unten mittelst Flügel-Schläge (was der Vogel gar nicht kann, denn die Luft fliegt nach hinten!) in der Höhe zu bleiben. Aufgabe des Fluges ist vielmehr: die Fortbewegung zu erhalten, also lebendige Horizontalkraft zu erzeugen, denn mit Hülfe dieser Kraft fällt auch dem Vogel der Hub leicht.

Führt man mit einem Vogelflügel einen senkrechten, festen Schlag aus, so schnellt er nicht zurück (wie Gummi-, Billard-Bälle, Hämmer 2c.) sondern er gleitet seitwärts fort nach der Seite, wo die Kiele der Schwungfedern sind.

Eine vertikale Ent-Spannung kann, — wie bei der Federwaage, auf der ein Gewicht ruht, — nicht stattfinden, so lange die Ursache der Spannung, das Gewicht noch darauf liegt. — (Federwaage horizontal liegend gedacht und das Gewicht ziehend, — dann wieder Entspannung!) Dieselbe Kraft, die ein bestimmtes Gewicht nicht einen Deut hoch heben kann, bewegt dieses Gewicht horizontal eine ganze Strecke fort. Die gespannten Schwungfedern können die Vogellast wohl

horizontal fortziehen, aber nicht vertikal heben. — Wie dem Vogel in der Luft geht es allen lebenden Wesen auf der Erde: sie können horizontal mehr schieben und ziehen, als sie heben können.

Wenn sich der Vogel während des Schwebens plötzlich aufrichtet und seiner Bewegungsrichtung einen offenen Flugwinkel bietet, da spannen sich plötzlich alle Flügelfedern höher und schärfer nach vorn und repräsentiren eine größere Spannkraft und die Folge davon ist eine größere Hebung des Vogels. Wo kam die Kraft der höheren Spannung her? Diese Kraft ist die lebendige Kraft des Vogelkörpers in horizontaler Richtung, es ist der horizontale Luftdruck gegen den offenen Flugwinkel der Flügel.

c. Die Wirkung der Vertikal-Flügelspannung.

Es ist behauptet worden, ein Vogel könne ohne Flügelarbeit nicht steigen; dies ist nicht zutreffend. Ein schwebender Vogel steigt bei einiger Geschwindigkeit sehr gut und zwar aus denselben Gründen, wie man Lasten auf elastischem Lager heben kann, indem man das Gewicht vermindert, oder das elastische Lager verstärkt, z. B. durch schärfer spannen der Federn. Zur Hebung gehört bei größeren Vögeln ein offener Flugwinkel. Bei einem Vogel, welcher horizontal schwebt, drückt die Luftsäule unter seinen Flügeln senkrecht von unten (nach oben) mit der reinen Schwerkraft des Vogels, und es sind daher die Flügelflächen bis auf die Schwungfedern auch nur horizontal gespannt. Richtet sich nun der Vogel vorn auf und bietet seiner Bewegungsrichtung einen offenen Flugwinkel um zu steigen, so findet auch eine Hebung, so lange die lebendige Kraft anhält, statt, und zwar deshalb, weil der Luftdruck nun nicht mehr von unten, sondern schräg von vorn gegen die Flügelflächen wirkt, und da der Vogel mit der lebendigen Kraft seiner Schwere gegen die Luft drückt, so werden die elastisch gespannten Flügel noch mehr gespannt, so daß diese sogar konvex werden. Diese schärfere Federlager-Anspannung kommt aber einer Lastverminderung und einer Hebung der Restlast gleich. Aber die Flügel erfahren noch einen kleinen Auftrieb dadurch, daß der Luftdruck gegen den schräg aufgerichteten Vogelleib und Schwanz einen Bruchtheil der Schwere trägt. Dies bedingt aber eine Hebung der Restlast.

Der Druck des höher gespannten Federlagers muß bei der lebendigen Kraft des Vogels diesen leicht heben, denn die wirkenden Kräfte sind ja größer als die nackte Schwerkraft des Vogelkörpers; es ist gar keine Frage, daß der Vogel schwebend und sich vorn aufrichtend

auch ohne Flügelschlag steigt, bis seine lebendige Kraft aufgezehrt ist. (Man kann dies täglich sehen!)

Wir wissen aber auch aus alltäglichen Erscheinungen, wie leicht wir uns unsere Körperhebung machen durch zwei Hülfskräfte, wenn wir sie richtig gebrauchen: durch Schnelligkeit und elastische Energie einer Unterlage.

Stehenden Fußes können wir Gräben und Hecken — Weitsprung, wie Hochsprung —, nicht überwinden, die wir leicht nehmen mittelst Anlaufes, also einer lebendigen Kraft. Mit Anlauf kommen wir leichter eine Böschung hinauf, als ohne dieselbe. Reiter und flüchtiges Wild überspringen im Laufe Hindernisse, die sie ohne denselben nicht zu nehmen vermögen.

[Springen über ausgewachsene Elephanten; über 6 bis 9 Pferde — eine Leistung, mindestens 1 Pferdekraft, denn der Gymnastiker hat 75 kg seines Körpergewichts in 1 Sekunde höher, als 1 m! Ohne horizontale Schnellbewegung wäre solche Leistung unmöglich!]

Die elastische Energie der Unterlage: Von einem Schwungbrett springt man höher und weiter, als vom festen Boden. — Kinder auf Polsterstühlen; Seiltänzer auf Kurzseil. Es schnellen die Vögel wie Spechte, Finken, Bachstelzen, Sperlinge, Stieglitze, Hänflinge durch Anprall ihrer elastischen Flügel wie fest auf die Luft gestemmt, sich springend in die Höhe.

Jede der beiden Hülfskräfte erleichtert den Hub, um so vortheilhafter muß die Wirkung sein, wo diese Kräfte vereint zur Geltung kommen. Der Vogel ist das einzige Geschöpf, dem die Natur die Gunst in den Schooß geworfen hat, bei seiner Bewegung in der Luft von seiner großen Schnelligkeit und der Elastizität seiner Unterlage den ausgedehntesten Nutzen zu ziehen.

Die Elastizität der Flugorgane macht den Flügel zu einer meisterhaften Konstruktion, welche sich dem Drucke der Luft zweckdienlich anschmiegt. Auch ist er so konstruirt, daß er in seitwärts ausgestreckter Lage ohne Flügelschlag stets mit seiner Hauptfläche in der Fluglinie liegt; die Hauptfläche des Fluges liegt bei höchster Spannung ohne Flügelschlag stets horizontal. Dies ist sehr praktisch, denn wenn der tragende Theil der Flügelfläche nicht in der dem Gleitfluge günstigen Lage läge, würde er hemmend wirken und der treibenden Flügelspitze die Arbeit erschweren.

Denken wir uns die ganze Flügelfläche, auch die Schwungfedern, nur vertikal gespannt und horizontal lagernd, den Vogelleib eben nur schwebend erhaltend, die Schwungfedern aber so, daß sie in einer Aufwärtsspannung doch ihre entsprechende Projektion in horizontaler Richtung zeigen, und denken wir uns gegen diese Schwungfeder-Projektion von hinten einen so starken Wind dagegen wehen, daß diese Federn in eine so große Vorderspannung gedrückt werden, wie sie bei schwebenden Vögeln in der That stattfindet und wie sie die Momentbilder zeigen, so haben wir in den beiden elastischen Spannkräften hier den Druck zweier künstlichen Winde und zwar in vertikaler und horizontaler Richtung, die den Vogel tragen und treiben. Diese beiden mächtigen Winde werden sofort aus ihrem Schlummer in den beiden Flügeln aufgeschreckt, sobald sich der Vogel in seine Flügel wirft, — denn nicht der wirkliche Wind trägt den Vogel, sondern der Luftbewohner hat ein paar künstliche Stürme in seinen Flügeln, die in freier Luft stets konstant wirken, die er nur nach Belieben durch eigene Muskelkraft verstärken kann. Und darin liegt die gewaltige Transportfähigkeit des Vogelflügels, daß diese künstlichen Winde, oder die vom Luftdruck hervorgerufenen elastischen Spannungen so konstant und ruhelos wirken, und daß der tragende Luftdruck gleich der Schwerkraft des Vogels ist, diese Kraft also arbeitet, wenn der Flügel keine Arbeit verrichtet.

8. Der Wechsel der Luftsäule unter der Flugfläche.

Durch die fliegende Bewegung der Vögel wird die Luftsäule unter ihren Flügeln rasch und fortwährend gewechselt und in diesem Umstande liegt der beste Hinderungsgrund des Höhenverlustes. Um das Verschieben der Luftsäule zu bewirken, beginnen bei ungenügend starkem Winde große Vögel zu kreisen. Ist starke Luftströmung, so schiebt diese stets tragfähige, frische Luftsäulen unter die Flügel; eins ist nöthig: entweder muß sich die Luft oder der Vogel bewegen, Bewegung ist unerläßlich. Raubvögel richten sich daher oft gegen den Wind und stehen so lange still, als die bewegte Luft unter ihren Flügeln die Luftsäule erneut.

Dieser Luftsäulen-Wechsel ist das nothwendigste Fall-Hemmniß und dieser Wechsel vollzieht sich selbstthätig durch die Flügelspitzen des Vogels, die ihn rasch von einer Luftsäule auf die andere ziehen. Je schneller die Flügel über die Luftsäulen hinschießen, um so weniger haben

diese Zeit, dem Drucke auszuweichen und nachzugeben und erweisen sich dadurch als widerstandsfähige Stützen. Die Schnelligkeit der Bewegung bringt Vieles zu Wege: Geschoße hüpfen auf einer Wasserfläche, wie auf der Erde, ebenso flache Steine von der Hand spielender Knaben geworfen, — flüchtiges Wild, flotte Kinder schnellen über dünne Eisdecken hinweg, welche brechen würden, wenn die Bewegungen langsamer vor sich gingen; auf schwimmenden Hölzern, welche lose im Wasser liegen und von denen keins einen Menschen tragen kann, kann man dennoch über die Wasserfläche laufen, wenn der Fuß nur flüchtig die Hölzer berührt. (Graf Sandor.)

Der kleinste Seevogel, die Sturmschwalbe, läuft, ohne die Flügel auszubreiten, auf den Wogen herum. Das größte Kunststück macht eine Eidechse, der Leguan, indem sie auf der Oberfläche des Wassers hinläuft, ohne einzusinken. Das Thier ist 5 Fuß lang, bis 10 Pfd. schwer und lebt meist auf Bäumen, ist also kein Wassergeschöpf.

So zwingt der Vogel durch seine Schnelle die Lufttheile unter seinen Flügeln, ihn auf einen Augenblick tragen zu müssen, aber auch jede Luftsäule ist bestrebt, den Vogelflügel mit seinen Spitzen auf die vor ihr liegende Luftsäule zu schieben, weil sie durch ihren Aufwärtsdruck zugleich die Flügelspitzen vorwärts, also auf die vor ihr liegende Luftsäule schiebt und wohin der Vogel auch eilen mag, jede Luftsäule, ganz gleich ob windan, oder windab, schiebt ihn sofort von sich ab.

Die Schnelligkeit, mit der ein Vogel die Luftsäule unter seinen Flügeln wechselt, ist bei den Vögeln nicht gleich, sondern sehr verschieden. Die schwarze Thurmschwalbe schwebt weite Strecken mit regungslosem Flügel, wohingegen die Elster nie horizontal schwebt, sondern rastlos und lebhaft mit den Flügeln schlägt und scheinbar nach vorn etwas aufgerichtet schwebt.

Die Thurmschwalbe hat schmale und lange Flügel, die Elster kurze und breite. Wie ist diese Erscheinung zu erklären?

Ein Albatros hat Flügel sechs mal so lang, wie breit. Nimmt man die ganz gleichen Flügel, also auch den gleichen Flächeninhalt, einmal parallel zur Längsachse des Vogelkörpers, ein ander Mal rechtwinklich dazu, so ist trotz des gleichen Flächeninhaltes die Schwebewirkung sehr verschieden, denn wenn beide Vögel von a bis b, — z. B. ca. 1 Fuß — vorrücken, so passiren die Flugflächen in Figur I nur 2 q′ unbelastete Luft, die in Figur II aber 12 □′. Da die erstere

Fläche also die Luftsäule unter sich zu lange belastet, müssen diese leichter nachgeben und sinken, als die Theile in Figur II.

Soll die Luftsäule in Figur I einmal vollständig gewechselt werden, so muß der Vogel 6′ vorrücken; schiebt man aber die Flügel in Figur II 6′ vor, so ist die Luftsäule unter dieser Fläche 6 mal gewechselt. Mithin ist die Tragfähigkeit (Stützkraft) in Figur II 6 mal größer, als in Figur I. Je schmaler die Flügel, um so häufiger ist der Wechsel in einer Strecke.

Bewegt sich in Figur I die Flugfläche 6′ vorwärts, so passirt jeder Flügel 6, zusammen also 12 q′ ruhende Luft, der Flügel in Figur II passirt aber bei 6′ Vorwärtsbewegung 6×6=36 q′, beide Flügel zusammen also 72 q′ unbelastete Luft. — Je breiter eine Luftsäule ist, die ein Vogel im Fluge unter den Schwingen hat, um so günstiger ist sie dem Fluge und daher hat die ebenso weise, wie gütige Mutter Natur alle ihre Fluggeschöpfe so gebaut, daß sie in freier Luft breiter sind, als lang, während sie mit eingezogenen Flügeln länger sind, als breit.

(Brahm: Bd. 5, S. 5 ꝛc. — Fehling. — Humboldt. — Gartenlaube 1863, S. 366. — Tschudi. — Gould. — Walther. — Frauenfeld. —)

Die Hülfskräfte des Vogels zur Unterhaltung des Fluges.

Die bewußte (aktive) Muskelthätigkeit.

a. Der Flügelschlag.

Der Flügelschlag nimmt unter den Hülfskräften des Vogels die vornehmste Stelle ein, weil er völlig unter der Herrschaft des Willens steht und zur Erhöhung der schon vorhandenen Flugkraft dient. Die schon vorhandene, sich aus der Schwebkraft-Spannung ergebende Flugkraft steht insofern nicht unter der Herrschaft des Willens, als der Vogel sie in der Stärke verwenden muß, wie sie von der Schwerkraft bedingt ist; der Vogel kann sich nicht schwerer und leichter machen, als er nun einmal ist. Die Stärke oder Schwäche des Flügelschlages ist aber in das Belieben des Vogels gestellt und von dieser Wirkung hängt denn auch die Spannung des belasteten Flügels ab: „Der

> Flügelschlag erhöht nur die schon vorhandene Flugkraft in willkührlicher Stärke, ist aber nicht der Erzeuger.“

Der Flügelschlag hat nicht, wie Viele irrig meinen, einen Hub des Vogels zum Zweck, und die Flügelschläge sind nicht Luftstufen-

tritte, die ihn wie den Menschen die Leiter oder Treppe hoch heben, sondern der Flügelschlag wirkt nur auf die Fortbewegung, nur in der Richtung der Längsachse des Vogels. Jede genaue Beobachtung bestätigt, daß der Vogelleib sich beim Flügelschlage hebt, aber beim Ausholen zum nächsten Schlage wieder um den vorigen Hub sinkt. Die Hebung des Vogels geschieht stets am leichtesten mit Hülfe horizontaler Geschwindigkeit. Nur die kleinen Schwirr- und Flattervögel sind im Stande, sich direkt senkrecht hochzuschnellen, große Vögel können sich nicht senkrecht erheben.

Dem Fluge ist eine horizontale Lage der Flügel ebenso günstig, wie ein Wechsel seiner Luftsäulen; der Schlag des Flügels kann beide nicht ersetzen, wenn sie fehlen. Es ist auch zu beachten, daß beim Hub der Flügel die Luftsäulen-Druckfläche sich verringert! es ist nicht mehr die horizontale Lagerfläche des ganzen Flügels, sondern nur die entsprechende Projektion desselben!

Die Erfahrung lehrt, daß der Vogel mit eigener Kraft seine Last diagonal hebt, dagegen fehlt ihm völlig die Kraft, dieselbe Last vertikal zu heben.

Die mechanisch-mathematische Wissenschaft ist gar sehr auf dem Holzwege, wenn sie den Satz aufstellt: „es bedürfe in der Flugfrage ganz gleicher Kräfte, ob man eine Last senkrecht oder diagonal in derselben Zeit zu einer gewissen Höhe hübe!

[Zeitschrift „Die Natur" Jahrgang 1892 (?)] Ein Amerikaner befestigte eine Taube so unter einem 2′ Durchmesser habenden Ballon, daß sie Flügel und Schwanz frei bewegen konnte und ließ sie fliegen. Da die Taube von der Mühe befreit war, ihre Flügel zum Aufsteigen zu benutzen, so meinte er, müsse sie eigentlich leichter fliegen, aber das Gegentheil war der Fall, sie war ein schwaches Spielzeug des gelindesten Windes und flatterte ohne Erfolg. Dasselbe würde aber auch mit einem Adler der Fall gewesen sein. Können aber bessere Flugmaschinen als Adler und Taube gefunden werden! Sicher nicht! Und wenn der Adler nicht fähig ist, einen kleinen Ballon vorwärts zu treiben, so wird keine Maschine erfunden werden, um von der kleinen Gondel aus den verhältnißmäßig riesigen Ballon zu treiben und zu steuern.

Die Taube verfügte über ihre volle freie Muskelkraft und jede Bewegung ihrer Flügel, aber sie verfügte nicht über ihre Schwerkraft, denn diese trug der Ballon; darum hatte auch der

Flügelschlag keine Wirkung. Dann fehlte auch der Wechsel der Luftsäule; diese hemmt der Ballon! Es ist daher eher möglich, irgend eine Last von abgerichteten Vögeln tragen zu lassen, als einen leichten Ballon von ihnen fortziehen zu lassen.

Thurmschwalben, Alpensegler ꝛc. sind ganz hülflos (auch Albatros) wenn sie auf dem Bauche liegend sich auf fester Unterlagsfläche befinden. Alle vibrirenden Flügelschläge, mit denen sie sonst so rapid fliegen, sind völlig wirkungslos; da hier sicher der Wille, aber nicht das Vermögen zum Fluge da ist, würden sie sich sicher erheben, wenn die Flügelschläge die Ursache des Fluges wären.

Die Flügelschläge schwebender Vögel sind meist energielos, selten und nur halb, sie haben dann nur den Zweck, eine Abwechselung in der Muskellage zu bewirken, wie dieses bei allen Thieren und Menschen nöthig ist, die eine längere Zeit in ein und derselben Lage sich befunden haben. Wird irgend ein Organ anhaltend gespannt, so verlangt es eine Aenderung der Lage. [Sitzen, Stehen, Gehen.]

von Schweiger—Lerchenfeld im „Neuen Buche der Natur", siehe dort auf S. 484.

Kein Umstand hat so viel Verwirrung in die Flug-Mechanik gebracht, als der falschverstandene Flügelschlag.

Der Irrthum der Mathematiker in der Auffassung des Flügelschlages besteht darin, daß sie in die Schlagwirkung des vertikal arbeitenden Flügels eine so hohe Druckwirkung hineinrechneten, daß die Schwerkraft des Vogels in der Schwebe erhalten wird und nun berechnen, daß in der Sekunde bei jeder Vogelgattung so und so viel Schläge mit der Flügelfläche nöthig seien, um die Schwerkraft des Flugkörpers in gleicher Höhe zu erhalten. Diese Gelehrten übersehen ganz, daß der ruhig ausgestreckte Flügel die ganze Vogellast annähernd horizontal trägt; der Flügelschlag hat sonach nur die Differenz zwischen Horizontale und Höhenverlust zu neutralisiren, nicht den vollen Druck der Schwerkraft aufzuheben. — Erst der Umstand, daß die volle mechanische Kraft des Flügelschlages, also die aktive Muskelthätigkeit des Vogels auf die Verstärkung horizontaler Spannkraft verwandt wird, befähigt den Vogel, die gewaltigen horizontalen Flugleistungen zu ermöglichen. v. Helmholtz hebt ausdrücklich hervor, daß zur Erhaltung von Höhe nicht direkt „Arbeit", sondern nur eine „Kraft" nöthig sei.

Ein Mensch, der in einem geeigneten Flug-Apparat nach den Gesetzen der Flugmechanik sich in gleicher Höhe erhalten wollte, hätte

nicht die Kraft aufzuwenden, die seiner Schwerkraft gleich käme, denn diese Kraft leistet ja das Material der Flugfläche in derselben Weise, wie der Polsterstuhl, der das Fallen unserer Schwere auf die Erde hindert, auf den wir uns niedersetzen. Nur steht der Stuhl auf einer Erdsäule, der künstliche Flügel auf einer Luftsäule; der Stuhl hat eine festere, der Flügel eine nachgiebigere Stütze und daher sinkt der Flügel mit seiner Last. Tritt zu der Fallkraft noch eine horizontale Kraft, oder eine Umwandlung vertikaler in horizontaler Kraft hinzu — und zur horizontalen Bewegung einer Luft gehört bedeutend weniger Kraft, als zu deren senkrechter Hebung oder Abwärts-Bewegung, — so geht mit der tragenden Luftsäulenstütze eine, dem Fluge günstige und dem Falle wehrende mechanische Veränderung vor, nämlich diese Stützen werden nach den Gesetzen des Luftdruckes auf Flächen mit dem Quadrat der Geschwindigkeit stärker, fester, widerstandsfähiger. Nicht nur die normal oder schräg getroffene Fläche genießt die Gunst des erhöhten Luftdrucks bei schneller Bewegung, sondern auch die horizontal bewegte Fläche, — und nur so ist es erklärlich, daß eine geringe horizontale Arbeit sich zu der vertikal ausgeübten Tragkraft des Flügelflächenmaterials gesellend, die Fluglast mit wenig Horizontal-Arbeit in gleicher Höhe erhalten kann. Das, was während der Flugreise zu unterhalten ist, ist horizontale Arbeit und es stimmen die neuesten theoretischen Berechnungen und die Beobachtung darin überein, daß diese Arbeit nur gering sein wird. Da aber auch die Tragkraft des elastischen Flügelmaterials sich zum größten Theil schon in Horizontal-Arbeit umsetzt, so wird zur Erhaltung einer Last in horizontalem Fluge eine weit geringere Kraft nöthig sein, als die Fluglast an Schwerkraft repräsentirt.

Die größte Flugkraft ist die, die der Vogel zur Tragung seines Körpers braucht, — passive Muskelkraft, — diese große Kraft wird beim Menschen vom Flügelmaterial geleistet und für diese Kraft ist der Mensch nicht ersatzpflichtig, sie wirkt so lange, als der Mensch darauf ruht. Diese Kraft erhält sich in der Luft unvernichtbar konstant. Beweis: nimmt man das Flugmaterial fort, fällt der Mensch senkrecht, wie ein Stein, zu Boden! Welche Kraft erhielt ihn also in der Luft? Antwort: „Die Kraft des Flugmaterials.“ Hatte der Mensch dazu Eigenkraft zu absorbiren? Antwort: „Nein!“ Daraus folgt, daß der fliegende Mensch zu seinem Fluge die ganze Eigenkraft auf seine horizontale Fortbewegung verwenden kann.

Auch durch die Schwanzbewegung des Fisches wird ein ziemlich deutlicher Beweis dafür erbracht, daß die Flugbewegung auf die Fortbewegung der Längsachse des Thieres wirken soll. Der Fischschwanz wird rechtwinklich hin und her zur Längsachse des Körpers so bewegt, daß der hintere breite Rand der Schwanzfläche sich von der hinter ihm befindlichen Wasserwand abstößt. Genau so arbeitet der Flügelschlag: rechtwinklich zur Längsachse und stößt sich von der, hinter seinem hinteren Flügelrande ruhenden Luftwand ab und da besonders die Schwungfedern ihrer geeigneten Lage wegen dazu bestimmt sind und den weitesten Weg beim Flügelschlag zu machen haben, so wirkt die Flügelspitze auch auf die Fortbewegung am schärfsten. Die Schwungfedern sind Fischschwänze in anderer Lage als beim Fische. — Bei einem senkrechten Fall des Vogels muß die ganze Luftsäule, die der Vogel bedeckt, verdrängt worden, bei horizontaler Bewegung aber nur die kleine Fläche, die den Querschnitt des Vogels entspricht. In demselben Verhältniß, wie diese beiden Flächen, stehen die bewegenden Kräfte. Daraus erklärt sich, daß, wenn Fallkraft des schwebenden Vogels in Horizontal-Bewegung umgesetzt wird, die umgesetzte Kraft weiter trägt und länger vorhält und daß es der im Fallen erzeugten Horizontal-Spannkraft leicht wird, den geringen Horizontal-Widerstand zu überwinden.

Die Betrachtung lehrt aber ferner noch, daß eine größere Kraft dazu gehört, dem Falle des Flugkörpers entgegen zu wirken, als dessen Horizontal-Transport zu bewirken. Die Tragkraft ist der größte Theil der zum Fluge nöthigen Flugkraft, und diese Kraft leistet im menschlichen Flug-Apparat das Flugflächen-Material. Materialkraft bedarf in diesem Sinne doch keines Kraftersatzes, daher auch die lange Flugkraft.

b. Die Vibrationsbewegungen der Schwungfedern.

Die Behauptung, daß schwebende Vögel Vibrations-Bewegungen mit den Schwungfedern ausführten, — jede Feder für sich hin und her, ungefähr, wie man mit den Fingern auf dem Tische zu trommeln vermag, — ist durch die Beobachtung noch nicht genügend bewiesen. Doch ist eine solche Bewegung immerhin möglich, denn die Vögel zeigen deutlich eine Spreiz-Fähigkeit der Schwungfedern und kann man daraus vielleicht schließen, daß diese Federn sich entgegengesetzt bewegen können.

Finden die Vibrations-Bewegungen wirklich statt, so sind sie eine Verstärkung der bereits in den Federn vorhandenen elastischen Spannung und haben mithin eine erhöhte Wirkung auf die Fortbewegung des Vogels.

[Flug der Libelle — Petalura gigantea.]

Die äußeren Flügeltheile der Vögel — die Schwungfedern, liegen während des Schwebens so, daß jede Schwungfederfahne ihre eigene Flughöhe hat und nicht etwa die 2. Feder diejenige Luft zu passiren hat, die bereits der 1. Feder eine Stütze bot. Jede Feder hat ihre eigene Luftbahn, ihre eigene Luftschiene und passirt nur ruhende unbelastete Luft. Wenn daher ein Flügel einen Fuß, eine Schwungfeder dagegen 1 Zoll breit ist, so passirt jede Schwungfeder 12 mal die ruhende Luft ihrer Luftsäule, während der Flügel nur einmal eine unbelastete Luftsäule passirt; die Folge ist, daß die Spannung in den Schwungfedern größer sein muß, als bei einmaliger Passage über ruhige Luft.

Das büschelähnliche Aussehen gespannter Schwungfedern ist sehr deutlich an schwebenden Störchen zu beobachten, auch zeigen es die Augenblicks-Bilder dieser Vögel.

(Aufforderung an Alle, Beobachtungen und möglichst auch Moment-Aufnahmen bei allen fliegenden Geschöpfen zu machen: Vögeln, Fledermäusen, Käfern, Schmetterlingen, Insekten 2c. 2c. Besonderer Kontrolle bedarf noch das Steigen von Vögeln ohne Flügelschläge; die Schwanzruderarbeit; Aufflugs-Unfähigkeit gewisser Vögel 2c.)

c. Die Schraubenbewegungen des Schwanzes und die gleichzeitige größere Ausbreitung der Flügel.

Der Vogel breitet seinen Schwanz nur dann aus, wenn er seiner Dienste bedarf und so kann man stets auf die Thätigkeit des Schwanzes beim Fluge schließen, wenn er ausgebreitet ist. So breitet jeder Vogel beim Anlanden seine Schwanzfläche aus, um die rapide Bewegung nach unten so viel als möglich aufzuhalten.

Beim Flügelschlage ist der Schwanz zumeist eingezogen, so daß er die geringste Fläche einnimmt, dagegen breiten schwebende Vögel Schwingen- und Schwanzflächen möglichst weit aus, müssen also thätig sein.

An schwebenden Vögeln nimmt man häufig Zuckungen in der Weise wahr, daß sich die linke Flügelspitze um so weit vorschnellt, als die

rechte zurückzuckt, wobei die Flügel im Verhältniß zum Körper bewegungslos stillstehen; es gewinnt den Anschein, als ob sich der Vogel um den Mittelpunkt seines Körpers ein Stückchen dreht. Diese Bewegungen sind so kurz, fast eckig, daß sie nur mit dem Namen „Zuckungen" belegt werden können.

Da die Spannung in den Flügeln nur eine sanfte Bewegung zur Folge hat, so kann diese energische Bewegung von ihr nicht herrühren, sie findet ihren Grund nur in der Thätigkeit des Schwanzes. Der ausgebreitete Schwanz führt nämlich Ruder-Schrauben- oder Fächerbewegungen aus, der letztere Ausdruck ist der zutreffendste. Denkt man sich in Skizze C die punktirte Linie ab—cd, so dreht sich der Schwanz um diejenige Feder des Schwanzes, welche ihre Wurzel in dem Schnittpunkte beider Linien hat, also um die mittelste Schwanzfeder, so daß sich die rechte Schwanzspitze nach unten bewegt und mit ihrer unteren Fläche die, unter ihr ruhende Luft in der Weise nach hinten, unter und seitwärts fächelt, wie unsere Balldamen mit dem Fächer sich Kühlung zuwehen. Es bildet sich unter der rechten und über der linken Schwanzfläche ein Luftprisma (Kegel), welches durch die Thätigkeit der Schwanzfläche in der Richtung der Pfeilstrahlen zurückgedrängt wird, während durch diese Reaktion der Vogelkörper vorwärts getrieben und ohne Flügelschlag diagonal aufwärts geschoben werden kann. So arbeiten diese Schwanzspitzen, sich fächelnd auf und nieder drehend und helfen mit der Flügelspannung den Vogel zu bedeutenden Höhen ohne Flügelschläge hinauftragen. Die Zuckungen entstehen nun häufig dann, wenn die Fächerbewegungen der Schwanzspitzen ihren höchsten und niedrigsten Punkt erreicht haben und die entgegengesetzte Bewegung in's Werk gesetzt wird; der energischere Stoß des Bewegungswechsels ruft die Zuckungen hervor und wahrscheinlich dann, wenn jedesmal eine Schwanzspitze von oben nach unten, also auf die tragende Luftsäule drückt. Drückt die rechte Schwanzspitze nach unten, so wird die rechte Flügelspitze vorgedrückt und drückt die linke Schwanzspitze auf die tragende Luftsäule, so ist das Zucken in entgegengesetzter Richtung. Der Vogel legt vielleicht nur ab und zu einen größeren Druck in eine der Schwanzspitzen und da diese bei ausgebreiteter Lage des Schwanzes weit von der Längsachse des Thieres liegen, so hat die Bewegung der Spitze auch Ruderwirkung auf die Längsachse des Körpers, wie ein wirkendes Pätschel auf den Kahn, und daher die Zuckungen.

Diese Schwanzflächen-Arbeit ist besonders stark beim Aufkreisen schwebender Vögel; hier sieht man im Körper des Vogels ein fortwährendes Arbeiten; der Vogel dreht den Steißtheil seines Körpers lebhaft um seine Längsachse hin und her und arbeitet mit seinen Schwanzflächen dem Zuge der elastisch gespannten Flügelspitzen in die Hände und beide treiben ohne Flügelschläge den Vogel zu steigenden Bahnen hinauf, bis sie ihn dem Auge des Menschen entziehen.

Die Betrachtung des ausgebreiteten Schwanzes eines Raubvogels ergiebt, wie in Skizze D dargestellt, die Thatsache, daß die Federn 1, 2, 3, welche die Lage der Schwungfedern im ausgebreiten Flügel am ähnlichsten sehen, auch wie Schwungfedern geformt sind d. h. den Federkiel vorn in der Fahne haben, also haben diese Federn auch die Wirkung wie Schwungfedern, also eine Wirkung für die Fortbewegung des Vogels. Denn sobald der Vogel anfängt mit dem Schwanze zu fächeln, treten diese Federn sofort in Spannung nach vorn in der Richtung ihrer Pfeile und wirken somit auf den Forttrieb des Vogels; diese Spannung tritt sowohl bei der Auf- wie Abwärtsbewegung der Schwanzseiten ein. Je näher die Schwanzfedern nach der Mitte der Linie ab sitzen, um so mehr tragen sie den Kiel in der Mitte ihrer Fahne, so daß die Federn 5, 6 den Kiel völlig in der Mitte haben.

Zugehörig zu dieser Schwanzflächen-Thätigkeit ist die größere Ausbreitung der Flugflächen. Auch dies hat seinen guten Zweck, denn bei größerer Ausbreitung der Flügel wird die Spannung jeder einzelnen Feder größer, weil sie isolirter da steht d. h. von der Stütze der Nebenfedern sich frei gemacht hat. Die Horizontal- wie Vertikal-Spannung der Schwungfedern ist aus angeführtem Grunde größer, als bei mehr eingezogenen Flügel, ebenso ist die Vertikal-Spannung der übrigen Flügelfedern höher, so daß die hintersten Kanten derselben eigentlich über die horizontale Lage sich erheben müssen, — dies geschieht jedoch nicht, weil der Flügel in der Streckmuskulatur einen selbstthätigen Regulator hat, welche beim Vorwärtsstrecken der Flügel die hinteren Flügelränder um so viel herunterdrückt, als diese sich würden durch ihre Isolirung hochbegeben müssen; daher liegt die Hauptfläche jeder Seiten-Strecklage stets in der Flugrichtung.

Die höhere Spannung der Flügelspitzen hat aber eine größere Flugwirkung; diese Mehrkraft ist der Umsatz größerer Muskel-

Spannkraft, — denn ohne Grund leistet die Feder keine höhere Spannkraft.

Die Feder 1, 2, 3 der Figur kann man als Schwungfedern bezeichnen, weil sie so, wie die des Flügels annähernd geformt sind. Schneidet man den Schwanz von a bis b durch, so hat jede Hälfte Aehnlichkeit mit einem Flügel, die Bauart der Federn ist dieselbe, wie an einem Flügel und ihre Wirkung ist bei der Schraubenbewegung des Schwanzes genau so, wie die der Flügelfedern beim Flügelschlage, denn die Federn 1, 2, 3 haben bei der Schraubenbewegung, welche doch um die Linie a b schwingt, den weitesten Weg, wie die Schwungfedern beim Flügelschlage und da die Federfahnen hinter dem weiter vornsitzenden Schaft der Schwanz-Schwungfedern dem Luftdrucke leichter nachgeben, so bildet sich auch hier unter und bei entgegengesetzter Bewegung über der Federfläche ein Luftprisma, welches die elastische Vorwärts-Spannung der Federn — punktirte Form 1 — zur Folge hat. Ob sich nun diese seitliche Schwanzspitze auf- oder abdreht, immer wird der Luftkörper jenes Prisma's in der Richtung der Pfeilstriche zurückgeworfen, während die Gegenkraft der elastischen Federspannung den Vogelkörper in entgegengesetzter Richtung fortschiebt, genau wie bei der Flügelspitze dies der Fall ist und es tritt uns hier die unabweisliche Thatsache vor Augen, daß die Natur dem Vogel, den sie zum senkrechten Hochschweben ausgestattet hat, in seinem breiten Schwanze ein Paar Hülfsflügel verliehen hat, wie sie praktischer nicht gedacht werden können. —

Schwanzfedern und die Schwanzfläche haben keinerlei Wölbung, wie Flügel im Zustande elastischer Ruhe. Beim Flügel ist Wölbung nöthig, damit sie sich bei ihrer Spannung und Belastung gerade recken und in die ebene Flugrichtung stellen kann. Daß der Schwanz diese Wölbung nicht hat, ist ein sicheres Zeichen, daß er zur Tragung und Belastung nicht bestimmt ist, sondern nur zur Fortbewegung, zur Wirkung in der Richtung der Längsachse des Vogels nach dem Kopfe des Vogels zu.

Die Federkiele des Schwanzes sind ganz gerade, weder nach unten oder hinten, oder sonst wie gekrümmt — wie die Schwungfedern der Flügel — sie sollen also nicht nur beim Ab- sondern auch beim Aufwärts-Fächeln wirken.

Die Natur hat die Hauptwirkung der Vogel-Fortbewegung in die Flügelspitze verlegt und diese entsprechend auf's Höchste be-

günstigt. Sie hat die Flügel-Schwungfedern, Skizze E, ungefähr im Punkt o, in der Flächenbreite beinah scharfkantig verringert, damit zwischen den äußeren Spitzen und Enden der Federflächen ein merklicher Zwischenraum ist, und diese Flächen, in denen die Spannung am höchsten ist, ungehindert sich hochheben und ihre wirkungsvollen schrägen Flächen, bezw. Luftprismen bilden können. Würden die Federflächen an ihren Enden so breit bleiben, daß sie sich deckten und aneinander rieben, so würde dies die gute Wirkung erheblich beeinträchtigen. Diese Flächen-Verringerung ist bei den Schwungfedern nebst der krummen Kielform ein Charakteristikum der Flügelfeder, die Schwungfeder des Schwanzes hat diese Zeichen nicht.

Die Thätigkeit des Schwanzes giebt uns einen deutlichen Fingerzeig, daß wir an unsern dereinstigen Flug-Apparaten als Hülfskräfte auch elastische Schrauben anzubringen haben und ist uns über die Konstruktion derselben ein gutes Modell in den Schwungfedern der Schwebeflügel gegeben.

10. Die steigende Gleitkraft auf schräger Fläche.

Wie Körper auf geneigten Flächen leichter beweglich sind, als in horizontaler Richtung und wie Kugeln, Räder, Schlitten 2c. bergab an Geschwindigkeit zunehmen, so gleitet der Vogelflügel auf geneigter Bahn mit wachsender Beschleunigung fort und es ist deutlich zu sehen, daß er sich häufig ohne jeden Flügelschlag höher hebt als er vor dem Gleiten auf schräger Fläche war.

Dieses Gleiten auf schräger Fläche ist den Flugbeflissenen am leichtesten annehmbar erschienen und dennoch war bisher keine Methode zu finden, mit deren Hülfe man nur ein Paar Meter weit auf schräger Fläche gleiten kann. Bei Flug-Apparaten fehlte die Methode der Ausnutzung schräger Flugflächen bisher und ohne diese ist doch kein Fortkommen in der Luft möglich. Lilienthal machte die ersten Versuche dieser Art. Sämmtliche Versuche mit Flugmaschinen aus schrägen Flächen und offenen Flugwinkeln, wie die von Henson, Wenham, Stringfellow u. A. sind gänzlich fehlgeschlagen und doch sehen wir täglich, daß sich die Vögel so gewandt auf den schrägen Flächen ihrer Flügel bewegen.

Wie geht das zu? Woran liegt das?

Vergleichen wir die Tragung der Schwere seitens der Flugflächen bei den Fluggeschöpfen, so finden wir hier eine frappante Ueberein-

stimmung und ob das Fluggeschöpf nun Vogel, Fledermaus, Libelle, Fliege, Käfer, Schmetterling, Heuschrecke, Mücke ist, Alle haben ihre Flügelwurzeln oben im Vorderkörper und ihren Schwerpunkt hinter diesen Wurzeln, so daß der Schwerpunkt hebelartig auf die Flügelwurzeln und Flächen wirken kann und daß jedes Thier seinen Schwerpunkt hinter seinen Flügelwurzeln herzieht, sobald es fliegt.

Sämmtliche Fluggeschöpfe bilden hierin nur eine Klasse.

Bei Konstruktion des Flug-Apparates der Zukunft haben wir mit diesem Faktor zu rechnen, denn die Schwanzfläche hält Windstrich und steuert. —

Alle bedeutenderen Segler verschaffen sich den Antrieb zum Fluge am liebsten von erhöhten Punkten durch Sturz in eine geneigte Gleitbahn; diese Art des Anfluges muß offenbar leichter sein als in die Höhe zu springen und durch Flügelarbeit den Antrieb zu bewirken, — das ist auch für uns Menschen zunächst maßgebend.

Ohne Bildung schräger Flächen kommen wir in der Luft nicht fort und es ist sicher, daß der Vogel nur deshalb mit ihnen so gut fortkommt, weil er hebelartig gegen das Bestreben des Aufkippens der Flügelflächen wirkt, indem er seine Flügelwurzeln im oberen Vorderrumpfe hat und der längere Vogelleib hebelartig an den Flügelwurzeln hängt und so den hintansitzenden Schwanz als Steuer gebraucht. Diejenigen Theoretiker aber, welche glaubten und noch heute glauben, ein Gleiten auf schräger Fläche ließe sich ohne Weiteres mit einer Fläche ausführen, haben ihre Theorie nicht am kleinsten Experiment erprobt, sonst würden sie derartige Vorschläge nicht auftischen, wie sie in der Neuzeit noch geschaffen sind.

Der Transport des Vogelkörpers auf schräger, geneigter Fläche bildet im Vogelfluge nur die Ausnahme, nicht die Regel. Alle Vögel gebrauchen diese geneigte Fläche beim Landen, Raubvögel während der Jagd auf ihr Opfer u. s. w. — Ob wir Menschen, mit einem Flug-Gebilde von unserer Hand es je so weit durch Fall auf schräger Fläche bringen werden, muß dahin gestellt bleiben; alle einzelnen, starren, schrägen Flächen mit nur einigermaßen belangreichem Gewicht fallen kopfüber zu Boden und tragen ihre Fluglast keinen Meter weit, sofern nicht genügende Steuer-Flächen vorhanden sind, und so sieht man denn auch in der Vogelwelt, der die ökonomischste aller Flugbewegungen, das Schweben, verliehen ist, daß diese Schwebebewegung bei horizontaler Lage, aber nicht in horizontaler Linie vor

sich geht, sondern daß die Flügel allmählich in die von ihnen passirten Luftsäulen einsinken. Durch die horizontale Lagerung der Flugflächen zeigt die Natur, daß es ihr beim Schweben nicht darum zu thun ist, die durch die gewonnene Höhe erlangten Arbeitskräfte so schnell als möglich durch Herniederschießen auf geneigter Bahn zu verbrauchen, sondern daß es vielmehr im Wesen des Schwebens liegt, die zur Verfügung stehende Kraftsumme so weit als möglich in die Länge zu ziehen und den Transport des Flugkörpers so weit als thunlich zu bewirken.

Sie hat deshalb, um dem horizontal gelagerten Vogel eine Vorwärtsbewegung zu geben, ihm durch die Horizontal-Spannung seiner Schwungfedern eine horizontal wirkende Zug-Komponente verliehen, die den Vogel rastlos, mechanisch, ohne direktes Zuthun des Thieres, von einer Luftsäule auf die andere fortzieht und so den Wechsel der Luftsäulen, der das größte Fallhinderniß bildet, weil er gleichen Werth, wie auftreibende Windkraft hat, selbstthätig ausführen läßt. Wenn daher der Vogel von der Höhe a, in Skizze F, in Punkt e der Ebene schwebend erreicht hat, so ist auf diesem langen Wege nicht mehr Arbeit geleistet worden, als wenn das Thier von a nach b senkrecht gesunken wäre. Die Spannkraft der Flügel hatte aber die senkrechte Fallkraft der kurzen Strecke a b aufgenommen und da der Vogelflügel horizontal gelagert war, zu einem Transport auf horizontaler Bahn aber weit weniger Kraft gehört, als die zu transportirende Last am Falle zu hindern, so genügte die empfangene elastische Spannkraft, um den Flugkörper während des Höhenverlustes von Parallele a nach b zugleich bis e fortzuziehen; es ist dies nur ein Umsatz kurzer Vertikal-Fallkraft in länger anhaltende horizontale Zugkraft. Es ist gleichsam, als ob die Spannungsenergie im Vogelflügel eine Kasse wäre, die das Kraftkapital in senkrechten kurzen Geldrollen empfängt und in horizontal hingezählten, langen Reihen wieder ausgiebt. Mehr, als man in eine Kasse hineingethan hat, kann man nicht wieder herausnehmen.

Alles, was von der „räumlichen", „chemischen", „elektrischen" Differenz gilt, gilt auch von der „elastischen" Differenz der Lage jener Materien-Bestandtheile des Flugmaterials zu einander. Bei der „elastischen" Spannung wird das nachbarliche Verhältniß der kleinsten Bestandtheile der Materie im Flugmaterial gestört und in eine andere Lage gebracht, es wird eine „Differenz" geschaffen; in der Differenz

liegt eine nach Ausgleich strebende Kraft; diese Energie hält so lange an, als die Differenz vorhanden ist; diese Differenz ist aber im Vogelflügel vorhanden, so lange die vertikal-räumliche Differenz der Lage, also Luftsäule, vorhanden ist, mithin muß auch naturnothwendig horizontale Schwebe-Energie vorhanden sein, so lange „Spannungs-Differenz", so lange Luftsäule vorhanden ist. — Erlangen wir also durch Hülfskraft vertikale Luftsäule, so erhalten wir damit gleichzeitig horizontale Energie, Arbeit, Bewegung, lebendige Kraft, Schwebeflug, und wir brauchen zur horizontalen Fortbewegung nicht nothwendig besondere starke Maschinen.

In der Horizontal-Spannung der Flugorgane wirkt eine „räumliche Differenz", aber eben in „horizontaler" Richtung und den festen Punkt bildet die am meisten nach vorn gespannte Flügelspitze, weil die schrägen Lufttheile unter der Flügelspitze gewissermaßen ein Sperrfederlager bilden, die den gespannten Federn ein horizontales Zurückschnellen verwehren. Es bilden daher die Luftprismen unter der Flügelspitze den Punkt der Zugkraft. Dieser Punkt verändert aber fortwährend seinen Standpunkt, indem er vorwärts eilt, in dem Maaße, als der Flugkörper nacheilt, so daß der Vorderpunkt von dem nacheilenden Flugkörper n i e erreicht wird und eine Befriedigung, ein Ausgleich der elastischen Spannkraft, eine Vernichtung der horizontalen „räumlichen" Differenz in freier Luft, n i e stattfindet, also stets ihre Energie vorhanden ist. Ob nun diese Energie uns ihre Kraft leiht in Gas-, Dampf-, elektrischer, flüssiger oder fester Material-Spannung, das bleibt sich im Grunde gleich, wichtig für uns bleibt nur, daß die Spannkraft in diesem Material das größte und für uns Menschen wichtigste, mechanische Problem zu lösen berufen sein soll, denn alle bis heute bekannten Spannkräfte und künstlich hervorgerufenen „Differenzen" waren bisher nicht im Stande, das seit dem grauesten Alterthume verfolgte Flugproblem zu lösen und diese werden bei der Lösung dieses ersehntesten aller Probleme nur Kräfte zweiten Ranges, Hülfskräfte, abgeben, nimmer aber die erste Stelle einnehmen, weil sich eine für mechanische Zwecke passendere Flugkraft-Wirkung nicht denken läßt, als die elastische Differenzkraft festen Materials, denn diese Energie wird am einfachsten und bequemsten erzeugt und unterhalten.

Causa aequat effectum! Die Ursache (Kraft) ist gleich der Wirkung (Last). Eine Ursache, welche eine Hebung der Last bewirkt, ist eine Kraft, ihre Wirkung, die gehobene Last, ist also ebenfalls eine

Kraft. — Fallkraft und Bewegung sind Kräfte, die sich verhalten, wie Ursache und Wirkung. Die Ursache verwandelt sich in Wirkung.

Das Gewicht des gehobenen Flugkörpers ist die Ursache einer Fallkraft. Nach dem Eintritt des freien Falles des Vogelkörpers breitet der Vogel seine Schwingen aus und seine Flugflächen gerathen in elastische Spannkraft, welche gleich der Ursache der spannenden Kräfte sein muß. Die Ursache ist der quantitativ unzerstörbare Flugkörper und die Wirkung ist das imponderable Objekt der Spannkraft. — Schwerkraft und Spannkraft sind aequivalent. Betrachten wir die Spannkraft dieser Flugfläche als Ursache, so ist ihre Wirkung doppelt:

1. sie hebt das Fallgesetz annähernd auf, dem der schwere Körper folgen müßte;
2. bewegt sie den getragenen Körper in horizontaler Richtung weiter.

Die vertikale und horizontale Bewegung repräsentiren die Aequivalenz der Spannkraft. Zerlegen wir die Spannkraft der Flügel in vertikale und horizontale Spannkräfte, so ist die, die Ortsbewegung vermittelnde Spannkraft genau so groß, als der Luftdruck, der sich der Spannkraft in horizontaler Richtung entgegenstellt und der bewältigt wird: causa aequat effectum: ist die Schwerkraft stark, dann ist die Spannung stark und die Bewegung, also Arbeit, groß.

Die Spannkraft ist nur eine umgewandelte Ursache, die Ursache (der gehobene Vogelkörper) besitzt „Wägbarkeit" und „Undurchdringlichkeit", ist daher Materie und ihre Schwere unzerstörlich, mithin muß auch die Wirkung unzerstörlich sein und das „mechanische Prinzip des Fluges" ist dadurch bewiesen. Wenn nun die Wirkung gleich der Ursache ist und die Ursache gleichwerthigen Effekt hat, so ist die Wirkung der Horizontal-Spannkraft nicht ohne Effekt und dieser Effekt ist nicht zerstörbar; mithin hat die Horizontal-Spannkraft im schwebenden Vogelflügel das „mechanische Prinzip des Fluges" zur Folge — und es ist schwer zu begreifen, wie dieser Satz von Leuten bestritten werden kann, die das Wort „Wissenschaft" immer als zweites Wort im Munde führen.

Dr. Neumann sagt (in der „Deutschen Warte"): das Sinken des Vogels gleicht in mechanischer Beziehung einer Turbine; bei dieser bewegt sich die Wassersäule gegen die schrägen Flächen, beim Sinken des Vogels bewegen sich die schrägen Flächen der Flügel gegen die Luftsäule.

Ferner sagt Buttenstedt: Die Schwere ist aber auch bestrebt, ihre vertikale Wirkung auf den Vogelkörper, die sie bei dem Widerstand der Flügel nicht zur Geltung bringen kann, nach der Richtung des geringsten Widerstandes abzuleiten und so wird die Linie der Bewegung eine der Horizontalen sich nähernde, sanft geneigte.

Also: in senkrechter Richtung hemmt die volle Flügelfläche den Fall, nach rückwärts versperren die vertikal hochgespannten hinteren Federflächen den Weg, mithin ist der geringste Widerstand nach vorn und dort muß auch der Vogel seine Bewegung machen, er mag wollen oder nicht, diese Bewegung geht „mechanisch" vor sich.

Der lebende Vogel kann ohne Flügelschlag nicht nur völlig horizontal schweben, sondern sich sogar über die horizontale Bahn erheben, weil die geringe, kaum wahrnehmbare Steuerkraft (des Schwanzes) schon eine Hülfskraft ist, welche der schon thätigen Schwebespannkraft zur Hülfe kommt. Zur Hebung des Vogels aus einer wenig geneigten, in eine wenig ansteigende Bahn gehört keineswegs eine Kraft, welche der Schwere des Vogels proportional ist. *Wir haben uns den mit geringem Sinken schwebenden Vogel vorzustellen, als ob seine Schwere beinahe im Gleichgewicht mit der Luft wäre. Denken wir uns eine Balkenwaage mit zwei gleichen Gewichten in einer Schaale, dann liegen beide Schaalen in einer Horizontalen; lege ich nun den hundertsten Theil eines Gewichts in eine der Schaalen hinein, so wird das ganze Gewicht der anderen Schale etwas gehoben; genau so ergeht es den annähernd im Gleichgewicht mit seiner Umgebung befindlichen Vogel. Dies ist zugleich ein Beweis (nach Groß), daß ein Perpetuum mobile durch ponderable Ursachen nicht möglich ist, denn ein Gewicht kann ein gleiches Gewicht nie höher heben, als es selbst gehoben ist. Dahingegen können imponderable Kräfte (wie z. B. der Erdmagnetismus!) wohl im Stande sein, ein Perpetuum mobile zu treiben.*

---

11. Der Wind in seinem Verhältniß zum Vogelfluge.

Mutter Natur hat ihre Fluggeschöpfe so ausgerüstet, daß sie mit ihren eigenen Kräften zu jeder Zeit fliegen können. Der Vogel wäre ein bemitleidenswerthes Geschöpf, wenn er auf Hülfe von außen angewiesen wäre und erst auf die Bedingungen zu seinem Fluge warten müßte. Jedes Geschöpf ist so gestellt, daß es mit eigenen Kräften fortkömmt, warum sollte denn der Vogel auf den Wind warten müssen, wenn er fliegen will?

Daß der Vogel nicht gerade den entgegengesetzten Wind zum ungehinderten Fluge braucht, zeigen die großen Reisen der Brieftauben, welche zu jeder Zeit und nach jeder Richtung der Windrose ihre Reise antreten und Albatrosse, wie Fregattvögel verfolgen tagelang Segelschiffe, ziehen also mit dem Winde, indem sie das Schiff noch umkreisen.

Der Vogel fliegt auch mit dem Winde so schnell, daß er noch Gegenwind hat.

Es ist auch falsch, daß der Vogelflügel beim Schweben so hohl bliebe, wie auf der Erde; muldenförmig ist kein Flügel beim Fliegen, es kann sich also auch kein Wind darin fangen; die hohle Fläche gleicht der Luftdruck aus. Wo Windkraft abgefangen und dienstbar gemacht werden soll, muß auch genügende Gegenkraft sein, im bloßen Hohlsein liegt aber keine Kraft.

Der Vogel in freier Luft merkt vom Winde nicht viel; er hat seine stete eigene Bewegung in der Luft und mag er diese gegen oder in die Windrichtung lenken, das ist für den Flug gleichgültig, — der Wind setzt den fliegenden Vogel nur in ein anderes Geschwindigkeits-Verhältniß zur Erde. Mit dem Winde sehen wir ihn schneller, als gegen den Wind segeln.

[Floß von Magdeburg nach Hamburg — mit dem Strome schwimmend; Fußgänger mit gleicher Geschwindigkeit des Flosses — braucht nur halbe Zeit: ca. 1½ Tage statt 3 Tage! Umgekehrt: bleibt er in Hamburg.]

Von reiner Windhülfe kann beim Vogelfluge gar keine Rede sein, denn der Wind leistet nur da Arbeit, wo ihm Gegenkraft geleistet wird; diese kann der Vogel leisten; mit dieser Gegenkraft leistet er aber auch ohne Wind das, was er leisten will. Jeder Gegenwind,

ob natürlicher oder selbsterzeugter durch Eigenbewegung des Vogels, hat nur den Zweck, die Luftsäulen unter den Flügeln des Vogels zu wechseln; schnell gewechselte Luftsäulen sind tragfähig und heben leicht daher fliegen die Vögel gern gegen den Wind auf und biegen dann, falls sie mit dem Winde fliegen wollen, in großem Bogen allmählich in die Windrichtung ein. Vögel, die mit der Windrichtung aufsteigen müssen, können nur unter heftigster Anstrengung sich vor dem Niedersinken bewahren, der Wind scheint sie nieder zu drücken.

Das Aufsteigen der Vögel gegen den Wind geschieht denn auch stets zu Gunsten schneller Hebung, nicht zu der, der Fortbewegung — von der Erde aus gesehen. — Der Luftdruck gegen die untere Flügelfläche ist beim Auffliegen schwerer Vögel sehr nothwendig; eine Gans kommt nie anders hoch, als durch kräftiges Anlaufen gegen den Wind.

In einem Winde von 20 Meter in der Sekunde kann sich der Vogel nur dann in der Höhe halten, wenn er sich seine Eigengeschwindigkeit von 20 Meter im Medium wieder verschafft. Das Thier legt dann von der Erde aus 40 Meter in der Sekunde, mit dem Winde ziehend, zurück, wechselt seine Luftsäulen aber nur mit 20 Meter Geschwindigkeit, seine Erdluftsäulen aber mit 40 Meter.

Der Vogel fühlt sonach, mit jenem Winde fliegend, immer noch einen Gegenwind von 20 Meter in der Sekunde. Die vornehmste Bedingung des Fluges ist der Wechsel der Luftsäule unter dem fliegenden Vogel; dieser Wechsel findet selbstthätig statt und mit Hülfe dieser mechanischen Schwebebewegung bekämpft der Vogel den Wind und nutzt dessen Kraft bequem aus, denn es bekämpft eine mechanische Kraft nur dann die andere, weil die mechanische Flugkraft gleichwerthig einer Windkraft von derselben Schnelle ist.

Ein fallender Körper empfängt nur vertikalen Luftdruck von zunehmender Stärke. Die Flügelfläche des Vogels macht einen gleichmäßig wirkenden Luftdruck daraus. Die schräge Flügelspitze ruft einen diagonalen Luftdruck, also Wind, hervor und die Elastizität macht die lebendige Kraft des Schwebens noch horizontaler, so daß der Luftdruck gegen den Querschnitt des Vogels wirkt.

Die Träger der Luftschifffahrt der Zukunft werden meist die Naturkräfte: Luftdruck, Schwerkraft, elastische Energie sein.

(von Schweiger-Lerchenfeld: „Das neue Buch der Natur" S. 478.) Eugen Kreiß im Heft 6, — 1892 — der Zeitschrift für Luftschifffahrt ꝛc.

„Wir haben in der flugtechnischen Wissenschaft bereits ein herrliches, theoretisches Gebäude, *aber leider ohne sicheres Fundament*, so daß zu befürchten steht, daß mit der praktischen *Lösung* des Flugproblems der ganze stolze theoretische Bau in seinem Werthe *zusammenstürzen* wird.

Nachgerade dürfte es aber an dre Zeit sein, die mathematischen Theorien in der Flugmechanik dahin zu verweisen, wohin sie vorläufig gehören, nämlich in eine abwartende Haltung, bis ein allgemein anerkanntes Einmaleins der Flugtechnik geschaffen und das Flugproblem auf echt erfinderische Weise gelöst ist. Alsdann mag die mathematische Behandlung der Aufgabe hervortreten, auf sicherer, gesunder Basis, zum Ausbau, zur Verbesserung des Erfundenen, falls es ihrer dann noch bedarf; denn nur um Eins zu nennen: das Zweirad, dieses staunenswerthe Vehikel, ward ja doch auch ohne alle Mathematik erfunden. Das Zweirad war schon 1814 vom Freiherrn D. v. Sommerbronn so gestaltet, wie das jetzige Niederrad, doch ohne Tret-Kurbel und ohne Kettenübertragung.

Es giebt eben rein praktische, einfache Aufgaben, erfahrungsmäßig gerade die größten, die über alle weitschweifige Theorie erhaben sind! Eine solche ganz elementare Aufgabe ist das Problem des Fliegens, das sich als eine der einfachsten mechanischen, physikalischen Vorgänge bei den fliegenden Geschöpfen dem betrachtenden Auge darstellt.

Und welch' ein komplizirtes, unklares Zerrbild hat die Theorie aus dieser einfachen Erscheinung gemacht, aus krankhafter Sucht nach höheren Erkenntnißmitteln!

Bosse in derselben Zeitschrift schreibt zu Gunsten Buttenstedt's: „Wie die Dinge heute stehen, wäre es nur bedauerlich, wenn jene bedeutungsvolle Klarheit über ein, die allgemeinen Interessen so mächtig berührendes Problem nach wie vor nur einer Theilnahmslosigkeit begegnen sollte, deren lähmende Macht einzig und allein in dem zähen Festhalten an einigen *altersschwachen Vorurtheilen* besteht, *Vorurtheilen, die sich förmlich darin zu gefallen* scheinen, immer von Neuem *Verwickelungen* dieser, aus den bestehenden Thatsachen so *einfach* und *natürlich* erklärten Frage hervorzurufen."

In der neuen Fachlitteratur sind alte Irrthümer von einem auf den andern Autor übertragen; selbstständige Gedanken sind nur dünn

gesäet und Differenz-Anschauungen werden in unwesentlichen Nebendingen zu Kardinalfragen aufgebauscht.

Am richtigen Faden zur Lösung der Flug-Theorie tasteten Dr. Müllenhoff mit dem Nachweis, daß kein Vogel mehr Muskelkraft, als jedes andere Geschöpf hat, (durch den Querschnitt der Flugmuskulatur); ferner Rath Schlotter (Reuß); Ornitholog Gätke; Bosse, Platte, Pattoison; von Miller-Hauenfeld; Milla u. v. A.

Das „mechanische Flug-Prinzip“ von Schlotter & Gätke nur als Vermuthung ausgesprochen, von C. Buttenstedt aber klar, überzeugend und bewußt nachgewiesen, emancipirt sich vom Flügelschlag und Wind.

* * *

Schlußwort.

Das vorliegende Werkchen wird der Oeffentlichkeit übergeben, noch ehe dem civilisirten Theil der menschlichen Gesellschaft über das Schicksal Andrée's und seiner Genossen eine Gewißheit geworden ist. Die Mittheilungen des Kapitän Lehmann vom Rotterdam'schen Dampfschiff „Dortrecht", wonach die Hülle des Andrée'schen Ballons, oder Theile einer solchen, unweit der Nordküste der russischen Halbinsel Kola gesehen worden sind, in Verbindung mit dem Bericht eines Augenzeugen beim Aufstieg Andrées in Spitzbergen, wonach die Schleppseile verloren gegangen seien, die so wichtig bei Ueberwindung von Unfällen sind, lassen schlimme Befürchtungen aufkommen.

Ist Andrée verunglückt, so würde die 22. Expedition zur Erforschung des Nordpols wiederum erfolglos gewesen sein und die verausgabten Millionen und die theuren Menschenleben, die dahingegeben sind, stehen in keinem Verhältniß zu den erzielten Resultaten. Bei wissenschaftlichen Forschungen soll man nicht mit Geld markten, — gewiß nicht! — aber es ist zur Erreichung idealer Zwecke wohl geboten, genau die Mittel zu erwägen, die uns diese idealen Ziele erreichbar machen.

Zu Vorversuchen und zur Herstellung von Flug-Apparaten, die uns ganz unabhängig von Windstörungen, klimatischen Unbilden und allen denkbaren atmosphärischen und terrestrischen Hindernissen machen, genügt eine Summe von rund 60 000 Mk.! Ist eine solche Summe wirklich nicht im deutschen Reiche, um mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit endlich das ewig reizende Geheimnißvolle der Polar-Gegenden mit unseren Augen klar zu schauen?!

Schon wieder scheint eine Nordpol-Expedition finanziell gesichert zu sein durch Zeichnung von 100 000 Kronen, welche von Axel Heiberg, Gebrüder Amund und Ellef Rignes, sowie durch Zuschuß von 20 000 Kr. seitens der Regierung Norwegens aufgebracht sind. Für den Schlüssel, der uns wirklich die Eispforten zu den polaren Gegenden öffnen würde, für einen unabhängigen Flug-Apparat, — sollte man keinen Pfennig, keine deutsche Mark haben? —

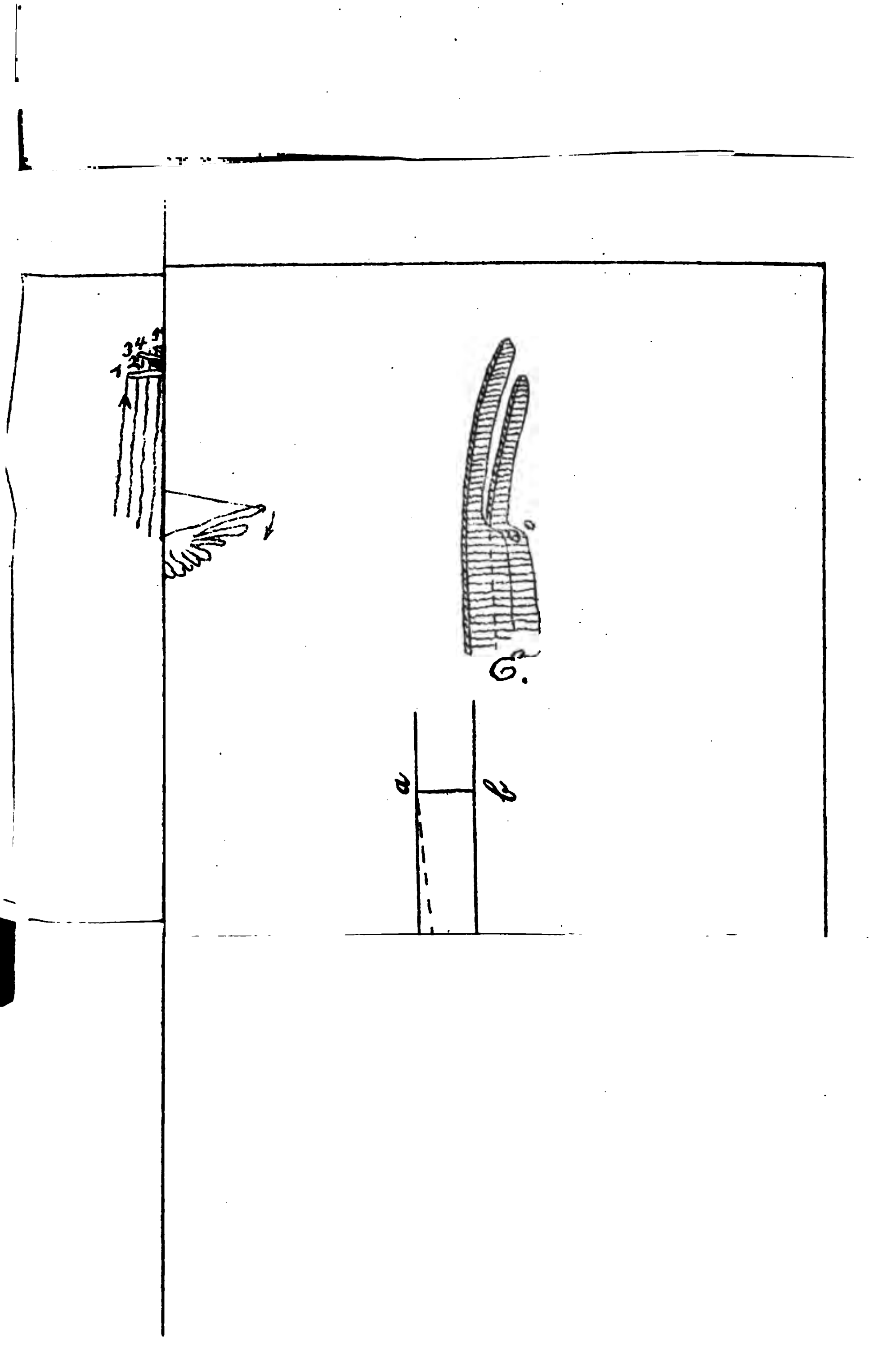
Zu Vorversuchen und Experimenten zur Erzielung einer Telegraphie ohne Drähte — wenn auch nur für geringe Entfernungen — opferten Volk und Regierung Italiens große Summen. Sind die Italiener etwa reicher, wie die Deutschen? Bietet eine erfolgreiche Luftschifffahrt uns nicht Aussichten für idealen und materiellen Gewinn, dessen Größe jetzt kaum von der Phantasie erfaßt werden kann?

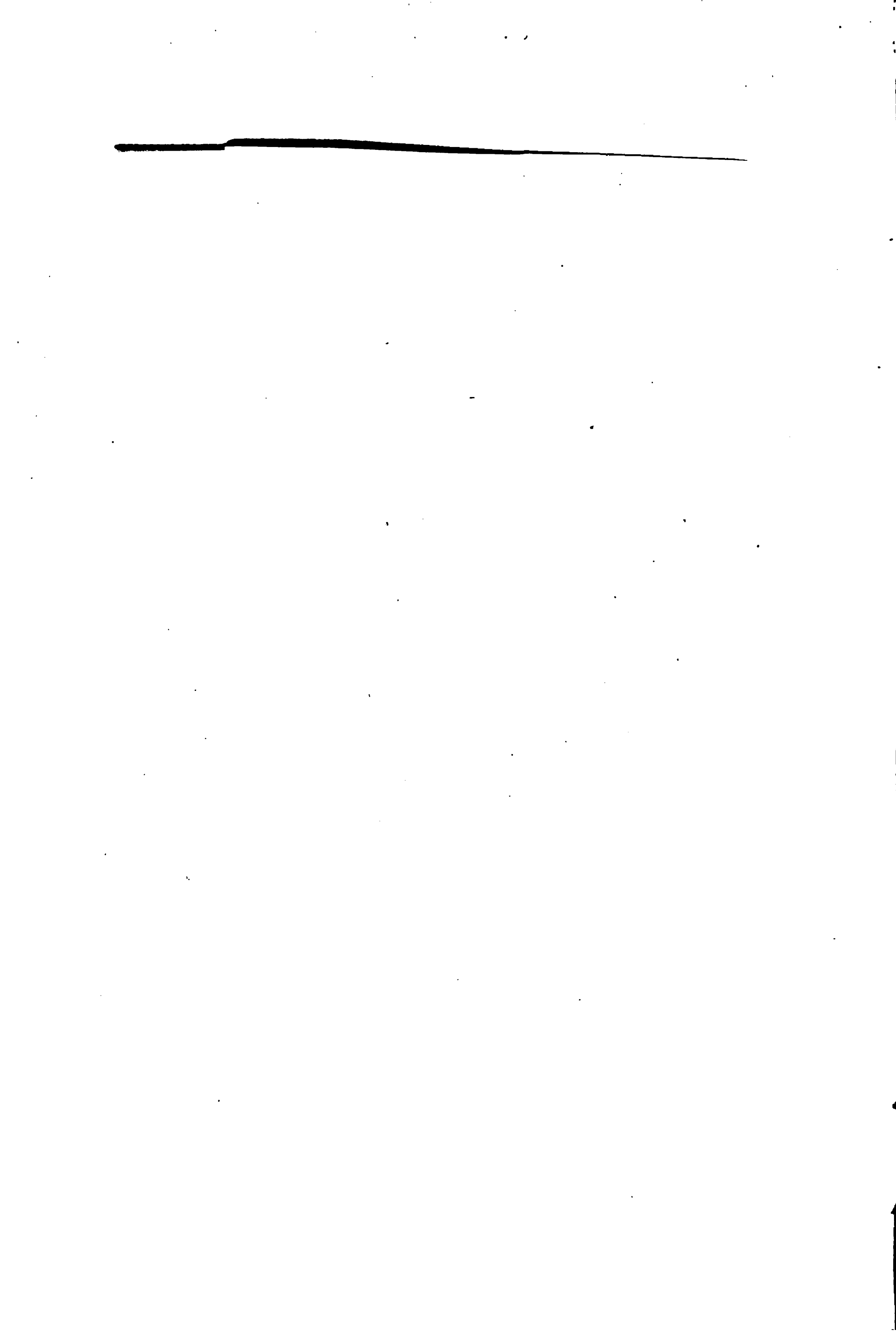
Noch ist es Zeit, noch kann der Deutsche der Erste sein auf dem Kampfsplatz edlen Wettbewerbs der Völker. Willst Du aber wieder schlafen, deutscher Michel, bis das fürchterliche „Zu spät" Dich weckt, — nun, dieser Schlaf wird Dir zur Unehre gereichen und Dir Unsegen bringen, Du Träumer im Reiche der Intelligenz. Deine rührigen Söhne, die Dein Stolz sein könnten, werden sich schamerröthend von Dir wenden und wehe Deinen Enkeln, denen die Urkraft Germaniens so versiegen mußte. Andere werden den Staub aus Deiner Schlafmütze klopfen und wie schon oft — auch das Geld aus Deiner Tasche. —

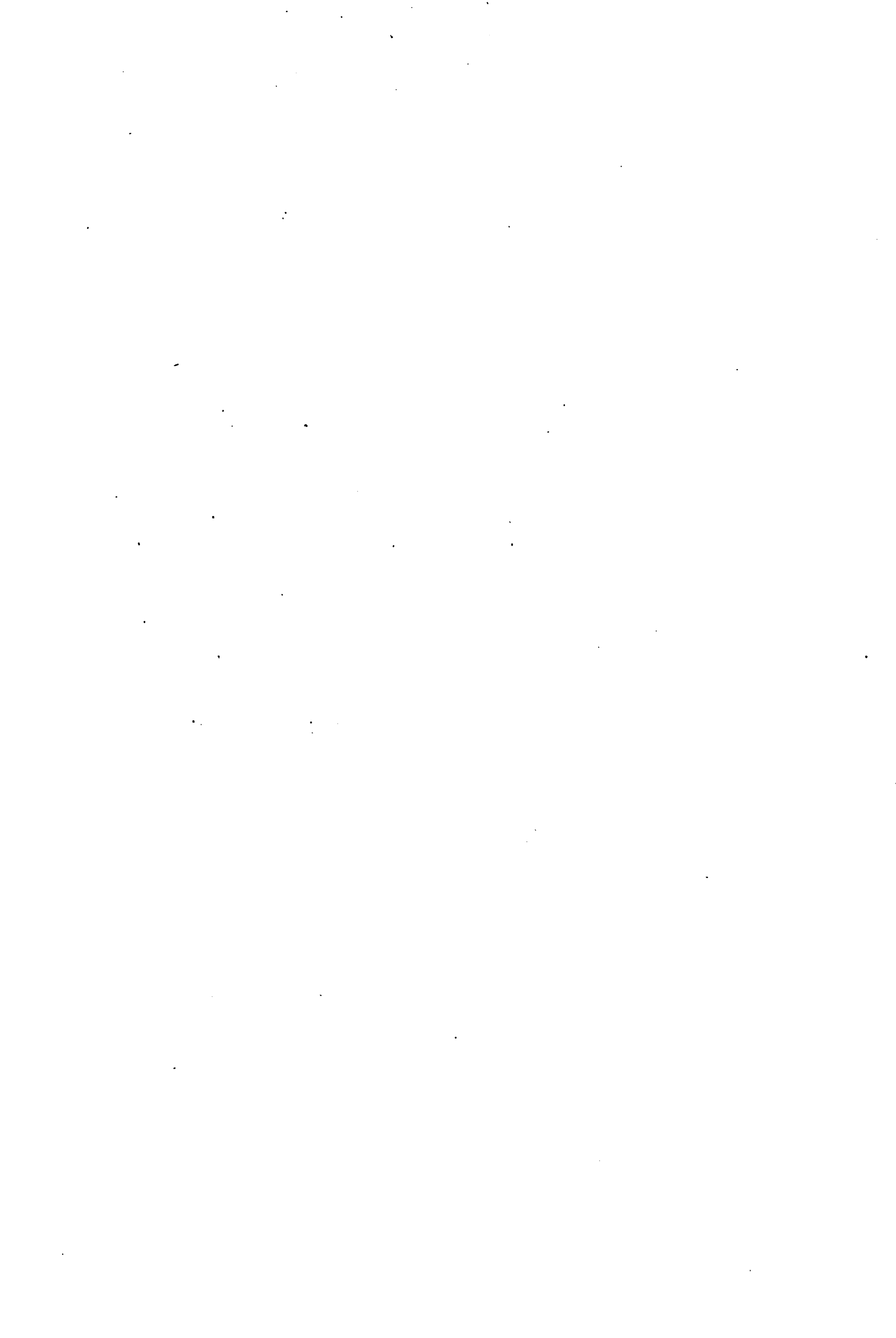
Im Sonnenglanze des Ruhmes betratest Du, deutsches Volk, die Schaubühnen der Völker dieser Erde. Willst Du im grauen Nebelschleier wieder abtreten? Wohl Dir, wenn dann die Nacht der Vergessenheit Dich deckt und nicht die Erinnerung ein Andenken an Dich ewig wieder wachruft, denn nicht mit dem Lorbeer des Ruhmes wird man Deine Stirne schmücken, nicht die Dornenkrone heldenhaften Duldens wird man Dir auf das Haupt drücken und nicht mit dem Eichenkranz Deiner Väter die Schläfe zieren, sondern die Distelkrone der Lächerlichkeit wird Dir aufgestülpt werden.

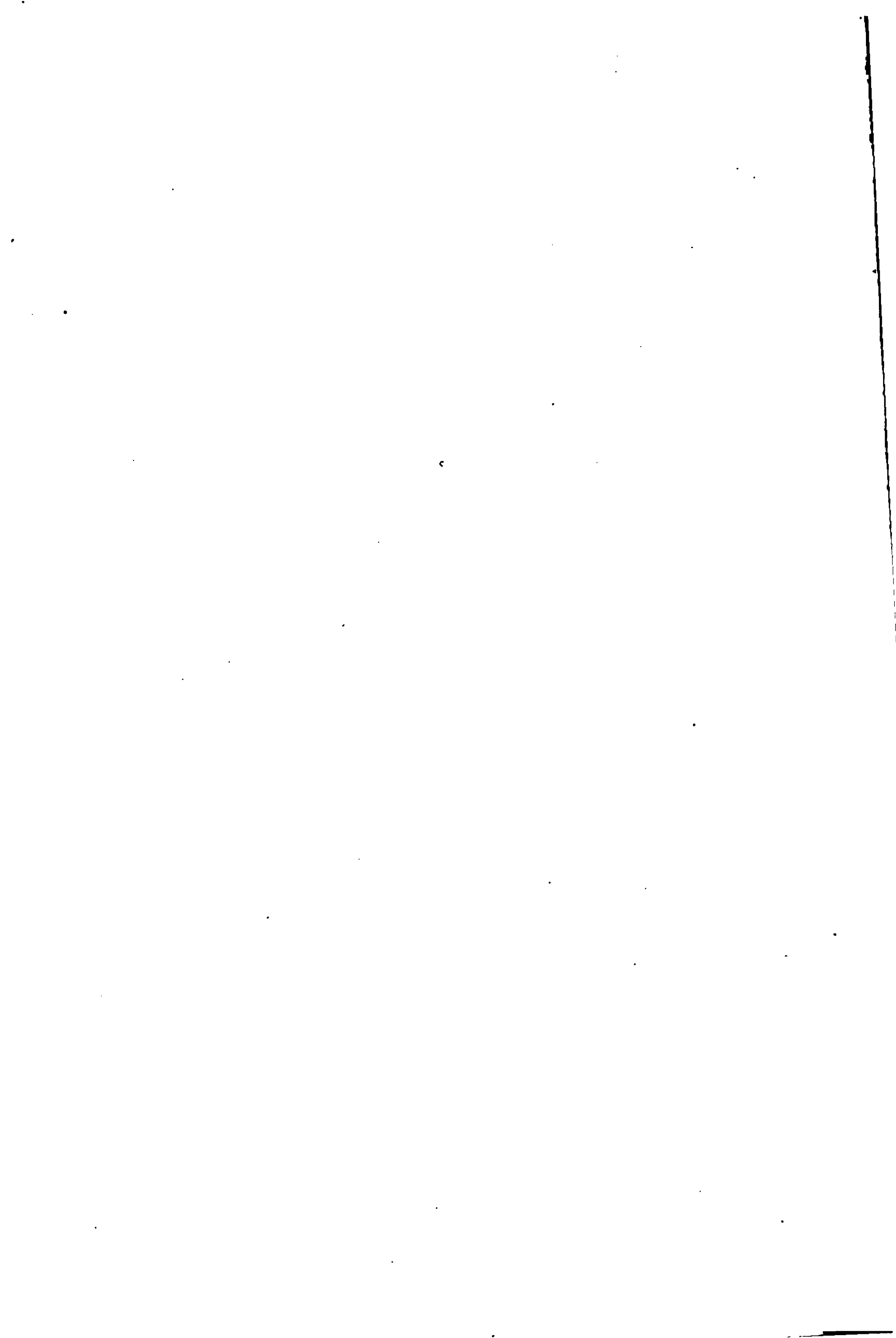
Kiel, im August 1897.

H. Weiße.


3
4
5
1
2
6.
a
b










Eng 5508.97.5
Wann werden wir fliegen? :
006884842
Cabot Science
3 2044 092 015 569